

Internet Week 2014
**T4. 初めての人のための
インターネット トルーディング**

ビッググローブ株式会社

土屋 太二

川村 聖一

さくらインターネット株式会社

大久保 修一

概要

- **インターネットの運用現場で利用されている技術や組織間のビジネス慣習は、若手や初心者にとって学ぶ機会がほとんど用意されていない**

- **本プログラムを通して、**
 - **インターネットの基本的な仕組み**
 - **ネットワーク運用現場の事例や取り組み**
 - **近年のホットトピック****を紹介し、「インターネットルーティングの今」を感じてもらう**

本プログラムの狙い

- **インターネットルーティングの概念を理解する**
- **インターネット運用における議論の前提となる基礎知識を獲得する**
- **ネットワークを運用する仕事の雰囲気や、必要となるスキルやマインドを獲得する**

講演者のご紹介

- 「インターネットの仕組みとISPの構造」
ビッググローブ 土屋 太二
- 「相互接続とルーティングの裏事情入門編」
ビッググローブ 川村 聖一さん
- 「クラウド事業者におけるトラフィックトレンド」
さくらインターネット 大久保 修一さん

インターネットの仕組みと ISPの構造

ビッグロブ株式会社
土屋 太二

自己紹介

- **土屋 太二(つちや たいじ)**

- 28歳 / 2011年入社

- Twitter: @taijijiji / Facebook: **本名**

- **お仕事**

- ネットワークエンジニア

- ISP基幹ネットワークの設計・運用

- DCネットワーク/SDN開発/海外インフラ立ち上げetc

- **コミュニティ活動**

- wakamonog, JANOG, Internet Weekで活動



注意書き

- 本資料は、初心者に向けた概要理解とわかりやすさを重視して作成しています。そのため、技術的には厳密に正しくない表現も含まれる可能性があります
- 資料に記載しているIPアドレス /AS番号はRFCで定義されたサンプル値です。実用網で利用することを想定されていませんのでご注意ください。
- 気になったことや困ったことがあればお気軽にご相談ください。

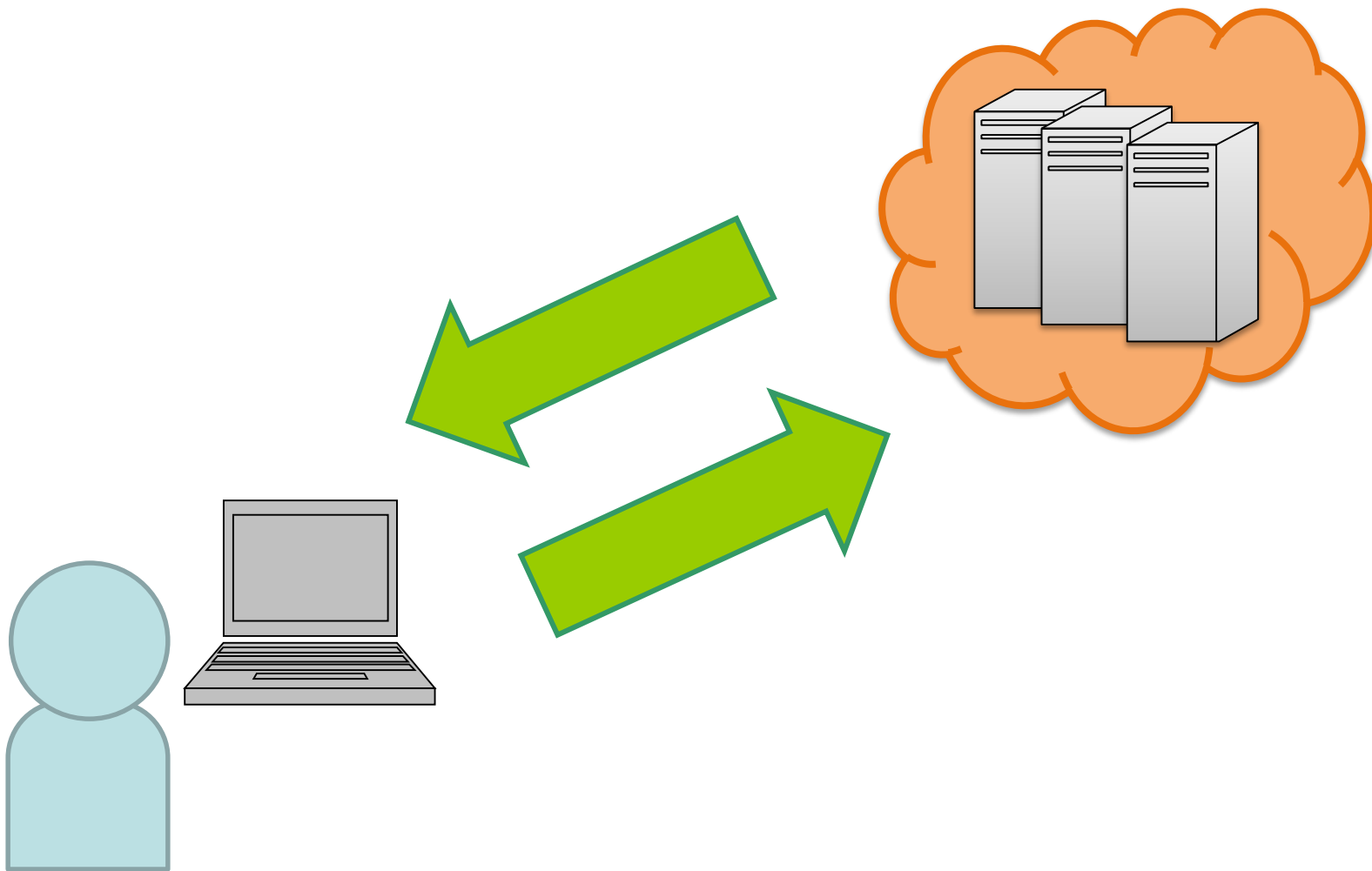
t-tsuchiya [atmark] biglobe.co.jp

本日の目次

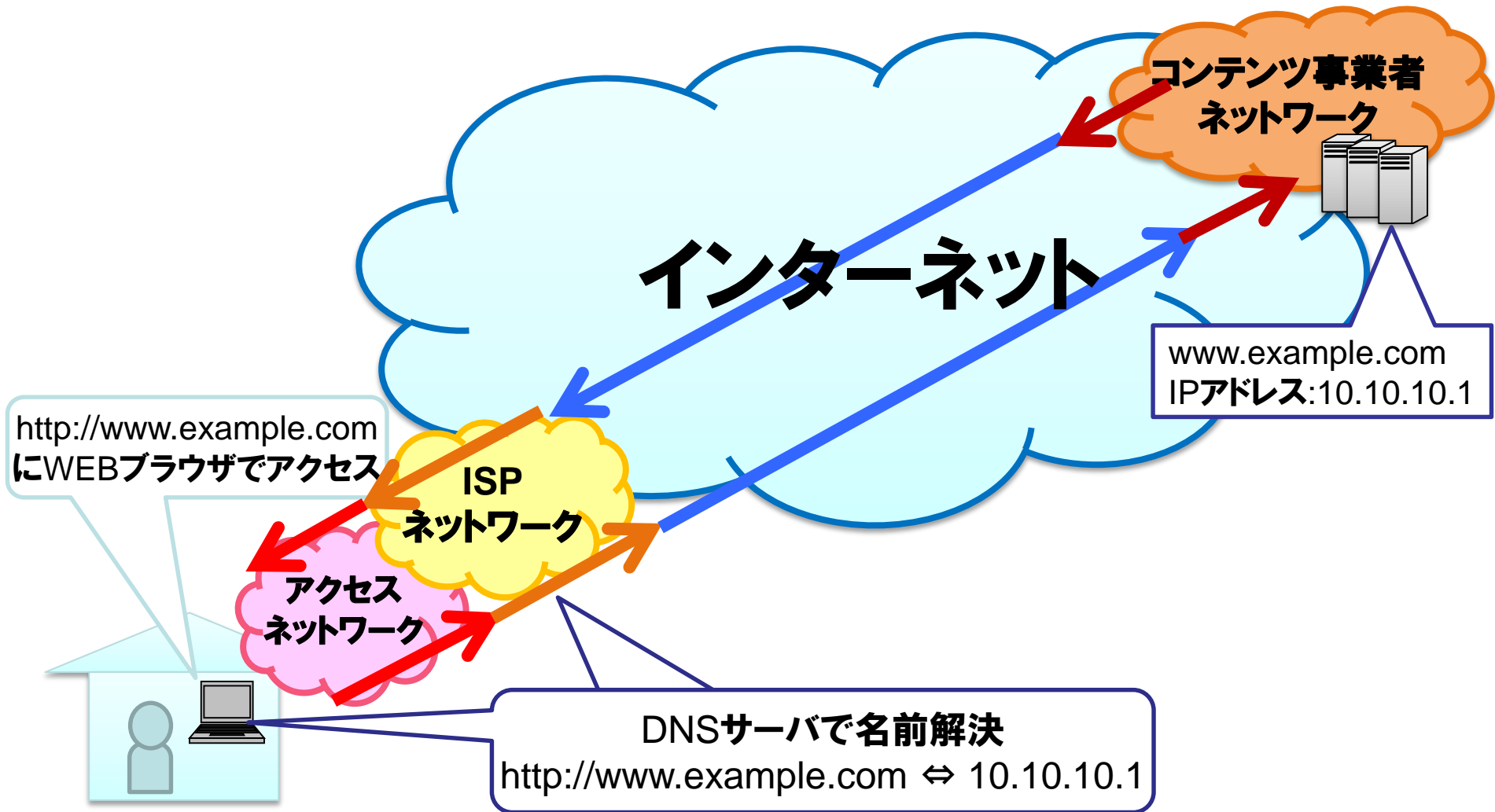
1. インターネットの仕組み
2. ISPネットワークの仕組み
3. ネットワークの仕組み
4. ルータの仕組み
5. ルーティングプロトコル
6. ネットワーク運用の仕事
7. まとめ

1. インターネットの仕組み

WEBコンテンツを利用する場合の通信



ユーザからWEBコンテンツまでの通信の道のり

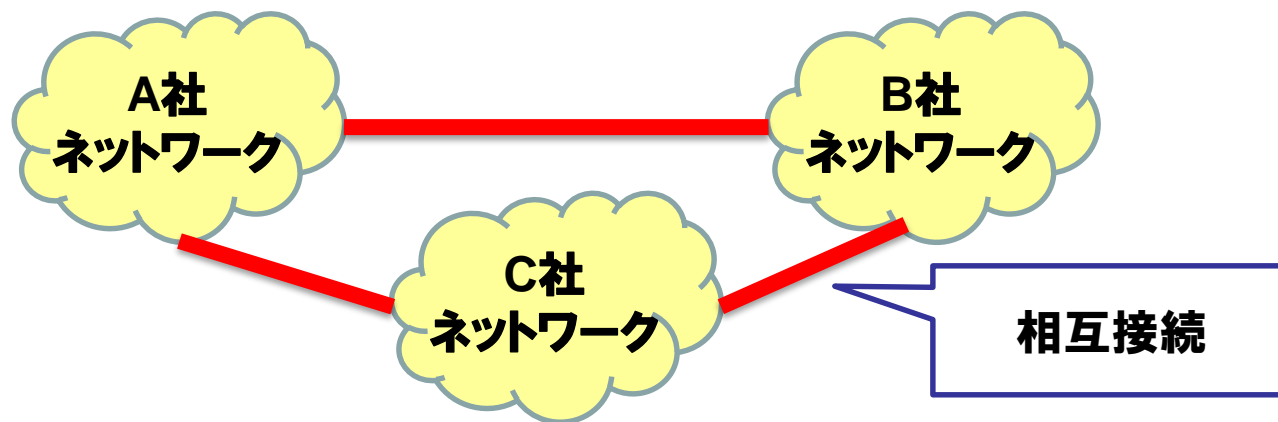


インターネットとは？

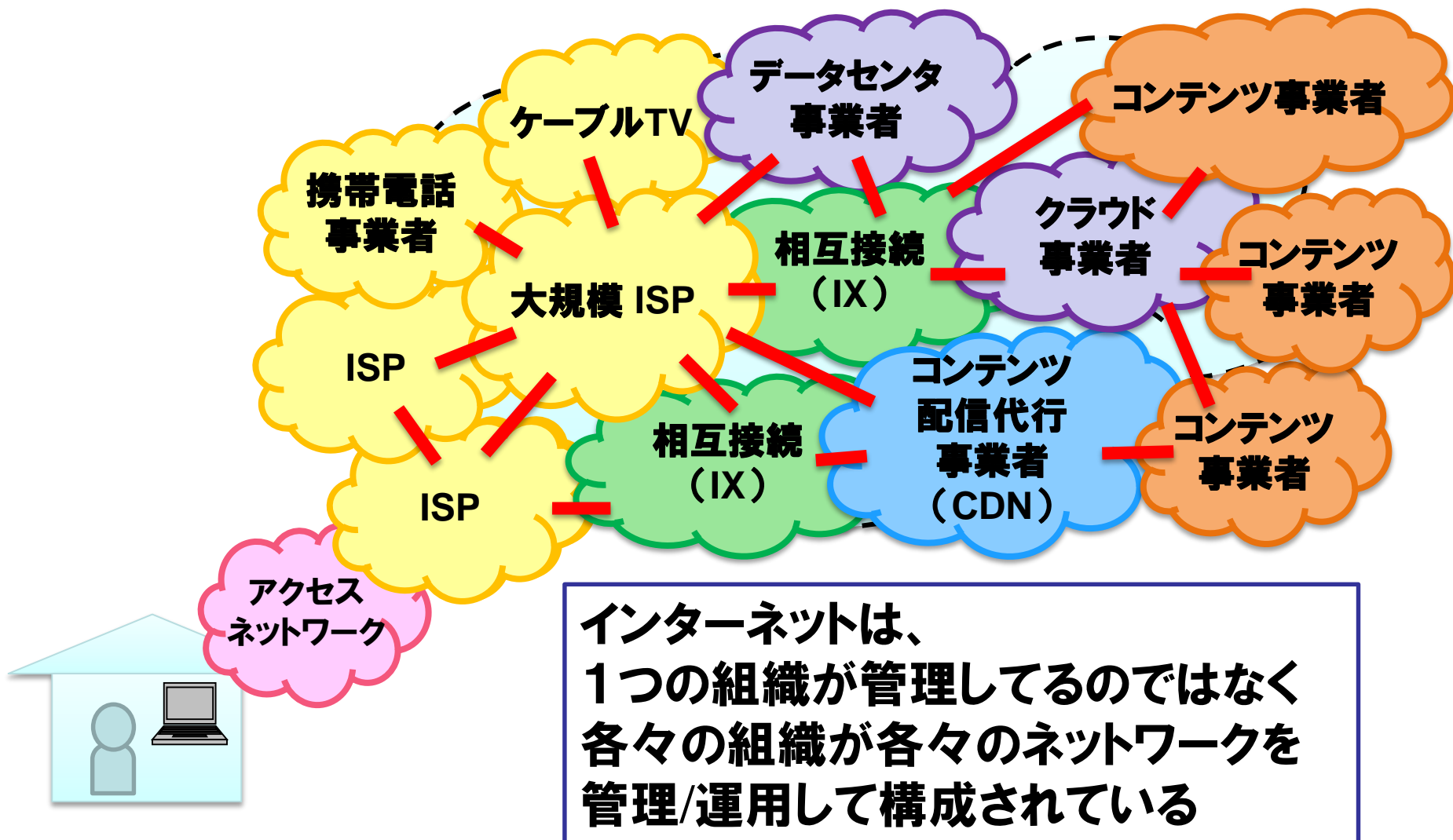
- The Internetの語源

- Inter (～の間の) + Network
- ネットワークのネットワーク
- ネットワーク同士をつなげるネットワーク

組織が所有するネットワークを繋ぎ合わせたものがインターネット



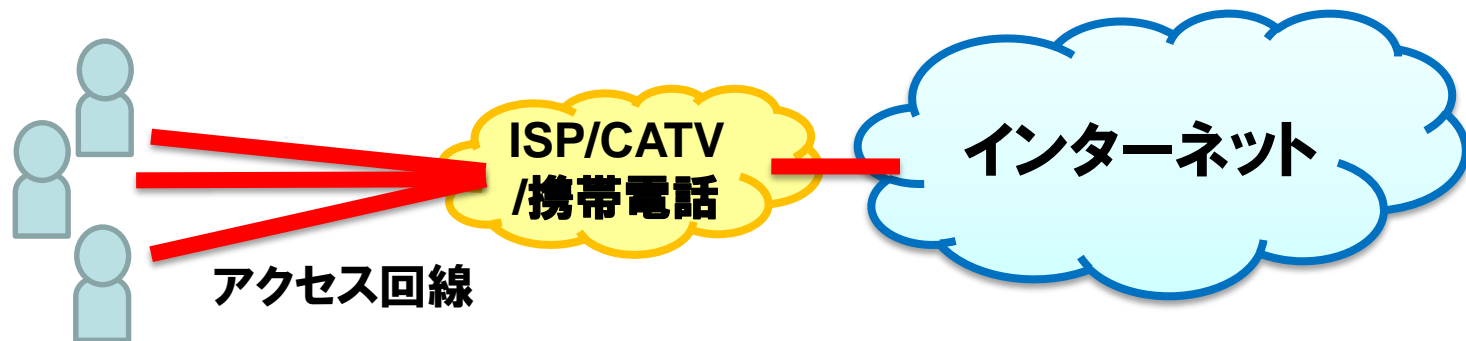
インターネットの実体



インターネットを構成する ネットワークを持つ組織

ISP / CATV / 携帯電話事業者

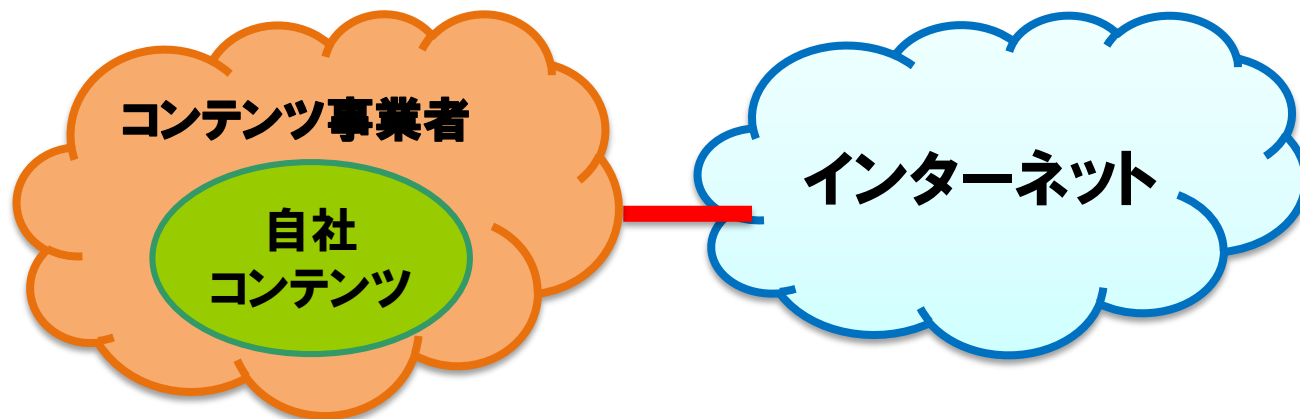
- ISP (Internet Service Provider)
 - 個人/法人ユーザ向けにインターネット接続を提供する事業者
- CATV (Cable TV Provider)
 - ケーブルテレビ回線上でインターネット接続を提供する事業者
- 携帯電話事業者
 - 携帯端末ユーザ向けにインターネット接続を提供する事業者



コンテンツ事業者

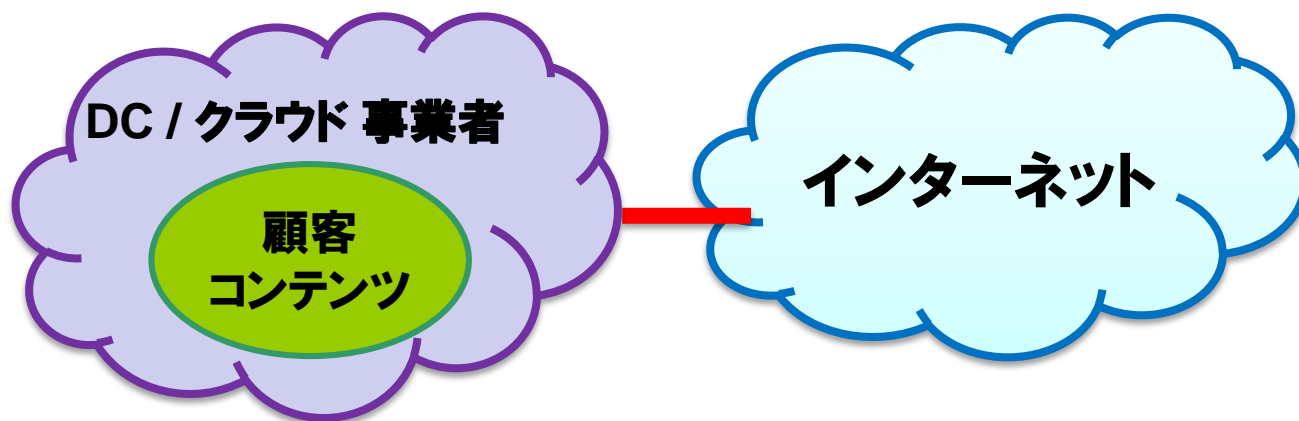
●コンテンツ事業者

- WEBコンテンツやオンラインサービスを提供する事業者
- 大規模なコンテンツを持つ事業者の場合、自前でネットワークを所有し、コンテンツのインターネット接続まで確保する



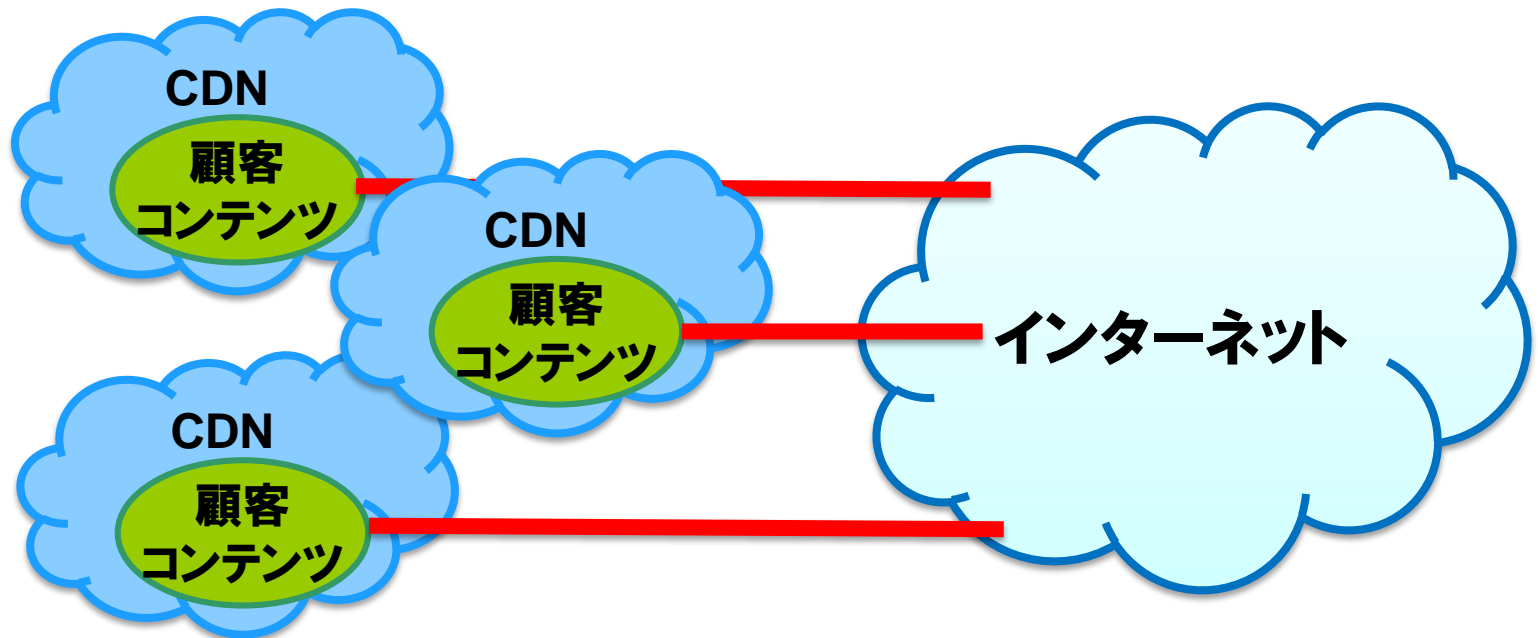
DC / クラウド 事業者

- DC (Data Center) 事業者 / クラウド事業者
 - 個人/法人ユーザにインフラリソースを提供し、顧客コンテンツにインターネット接続を提供する事業者
 - SIサービスとしてインフラ運用まで提供する事業者もある



CDN事業者

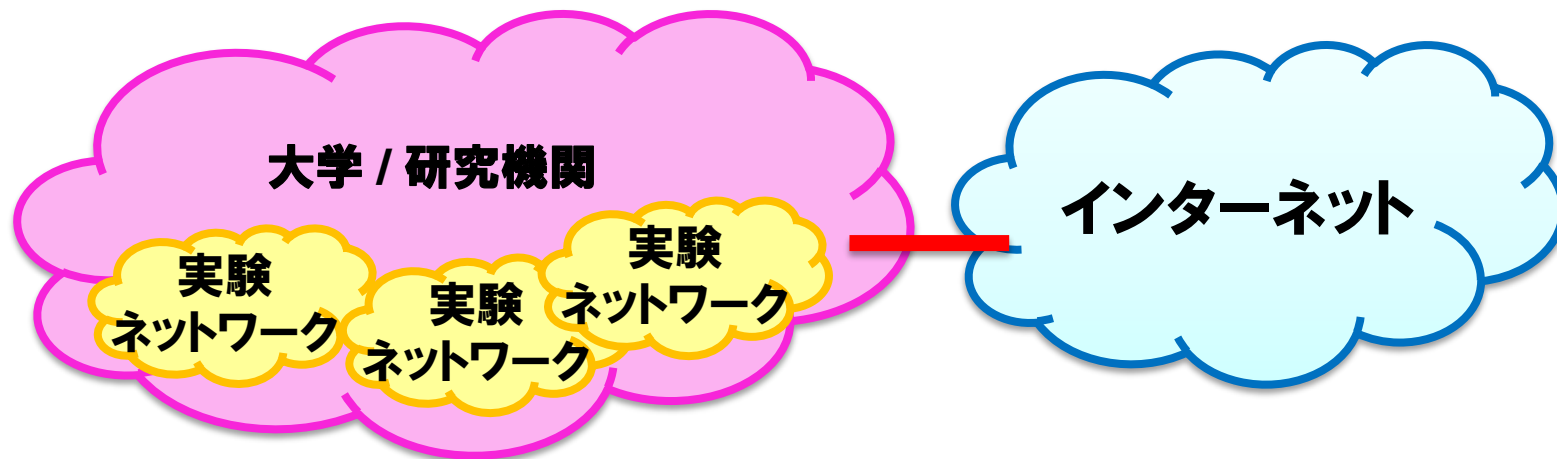
- CDN (Contents Delivery Network)
 - アクセスが集中する世界規模のコンテンツを所有するコンテンツ事業者の代わって、コンテンツを分散配信する事業者



大学 / 研究機関

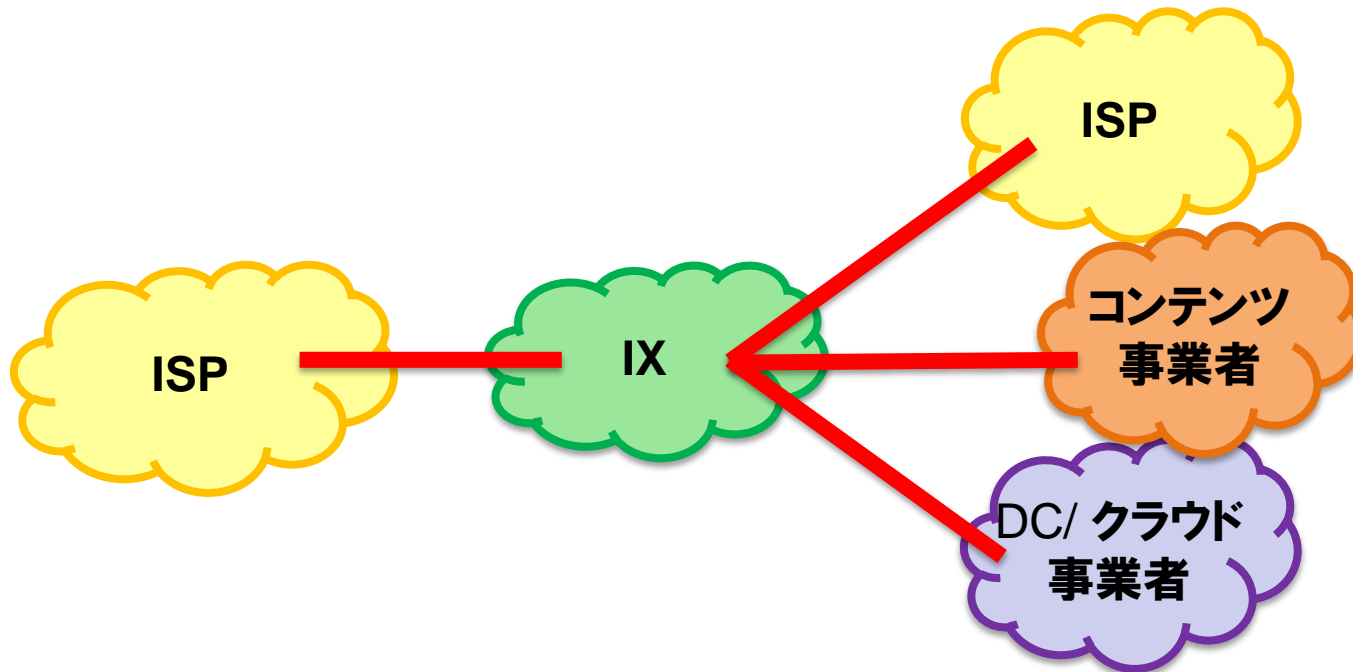
●大学、研究機関

- 研究用途のために実験ネットワークを運用している
- 用途によってインターネット接続を提供

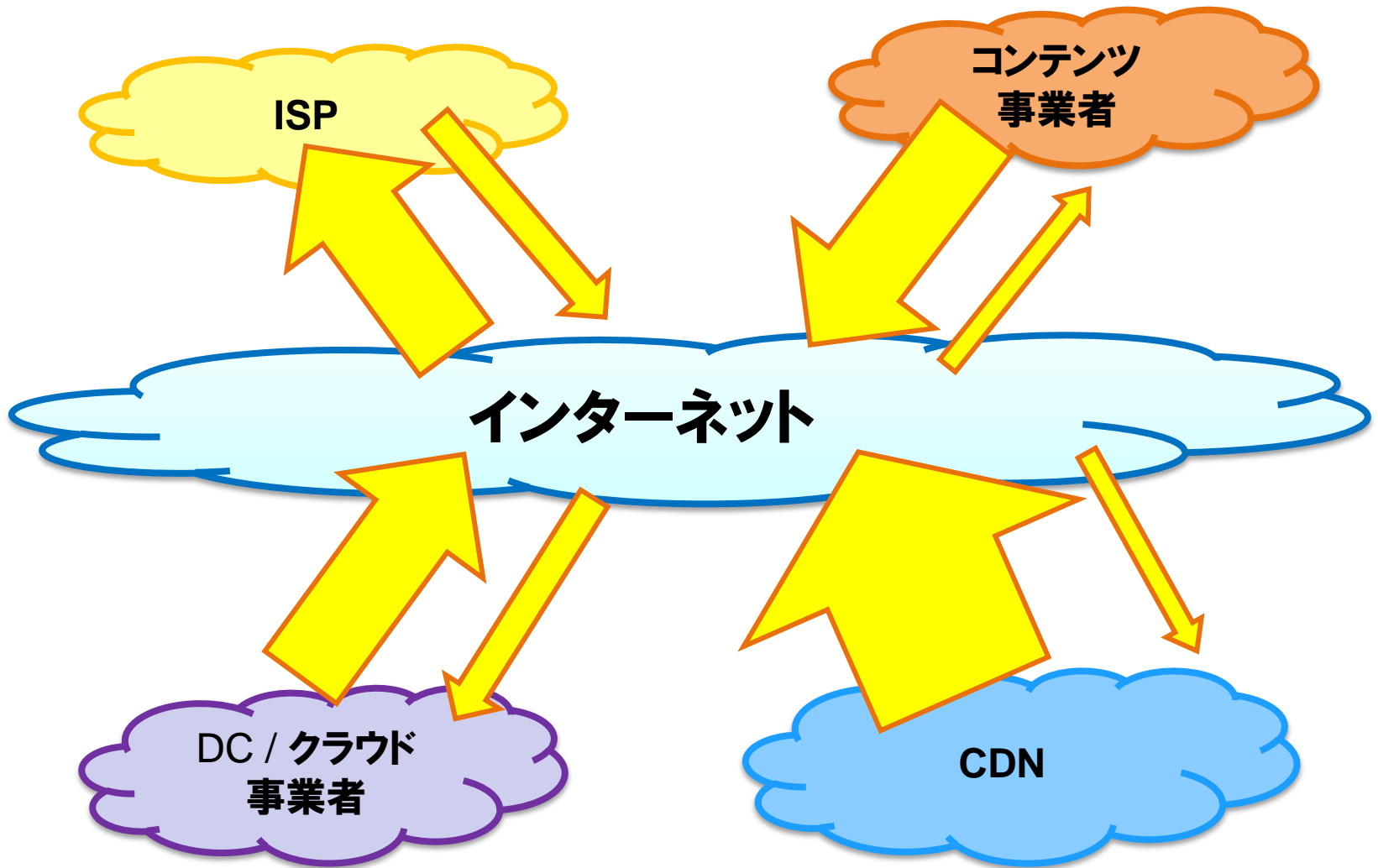


IX

- IX (Internet eXchange, インターネット相互接続事業者)
 - 組織所有のネットワーク同士の相互接続をサービス提供する事業者

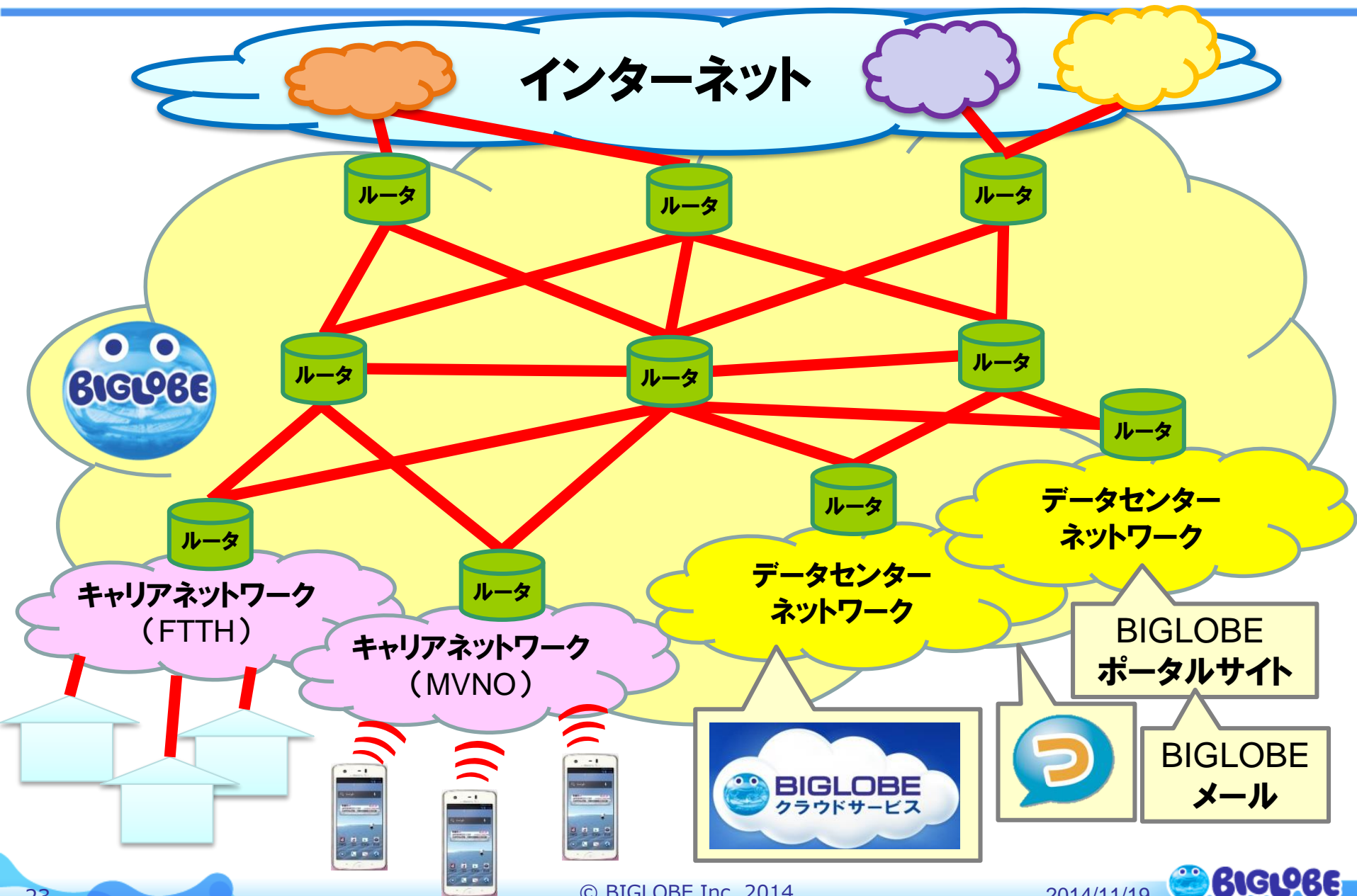


事業者ごとの通信量 (トラフィック) の特徴

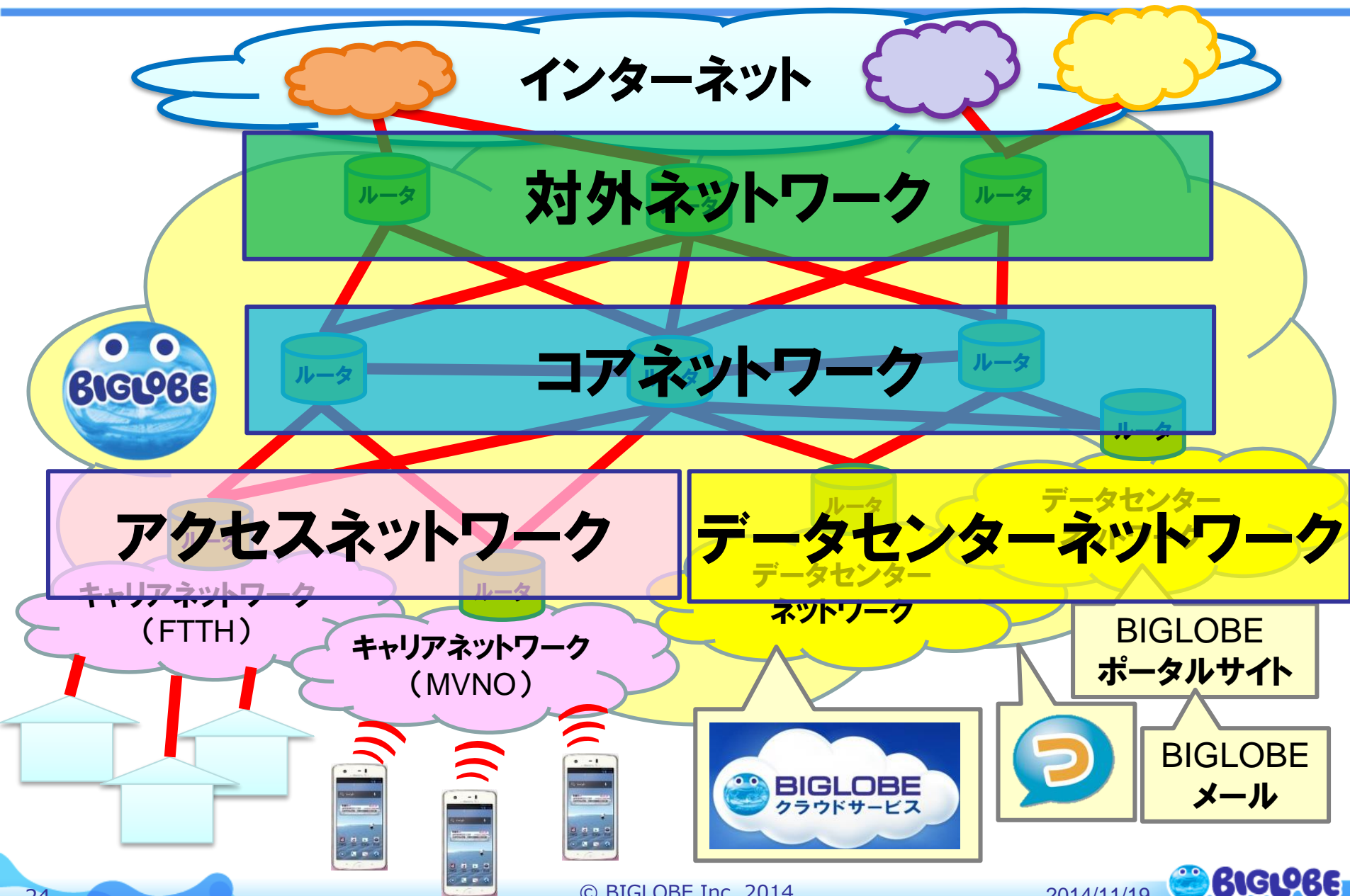


2. ISPネットワークの 仕組み

BIGLOBEネットワーク概要

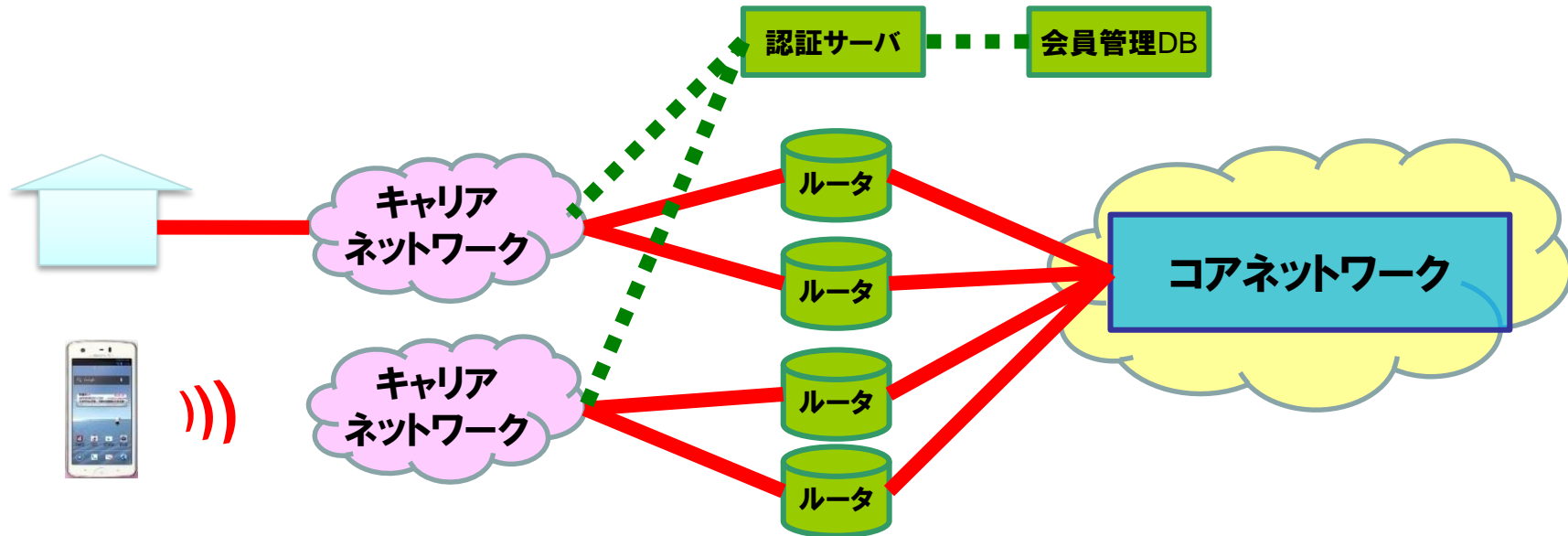


BIGLOBEネットワーク概要

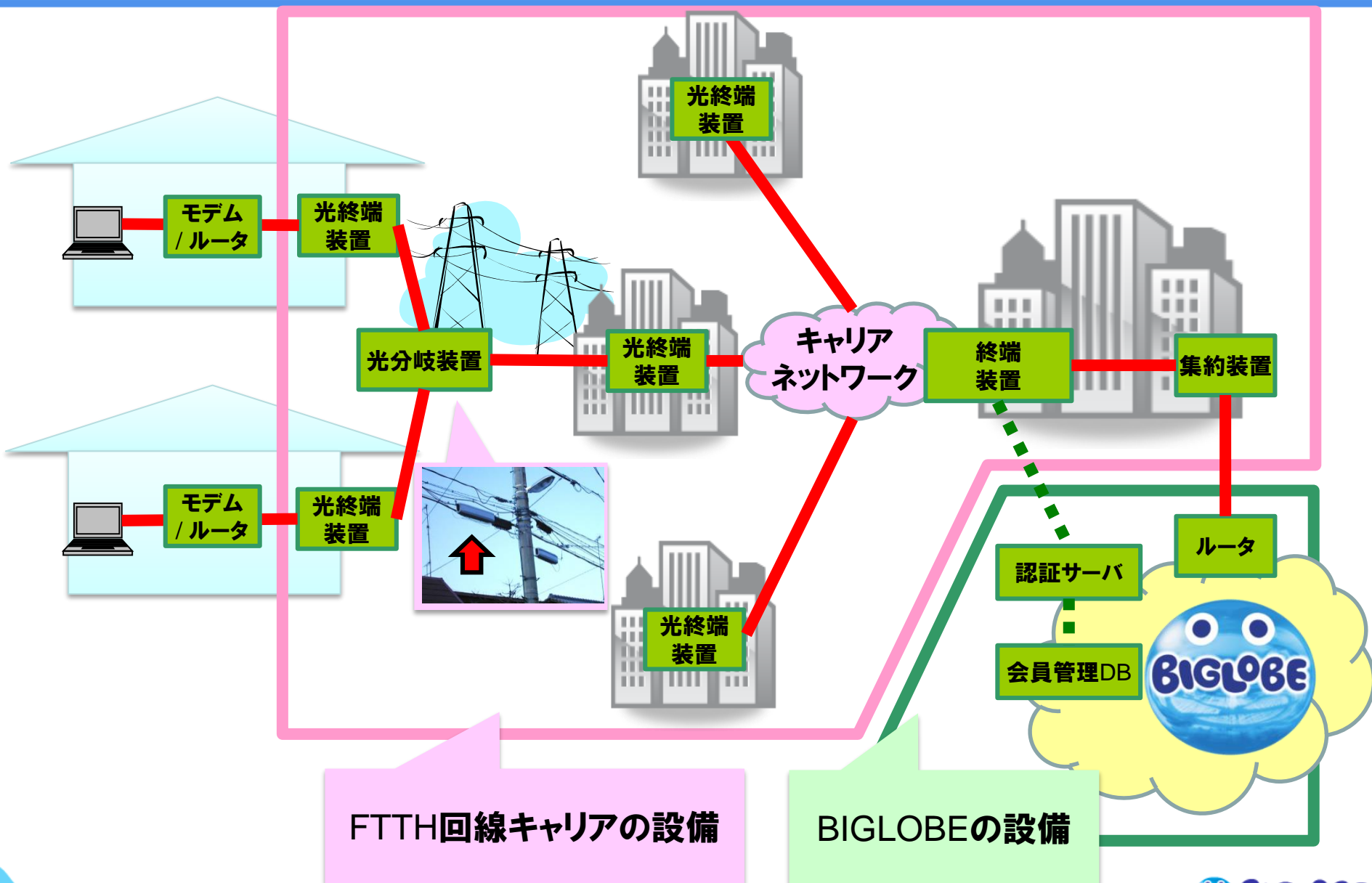


アクセスネットワーク

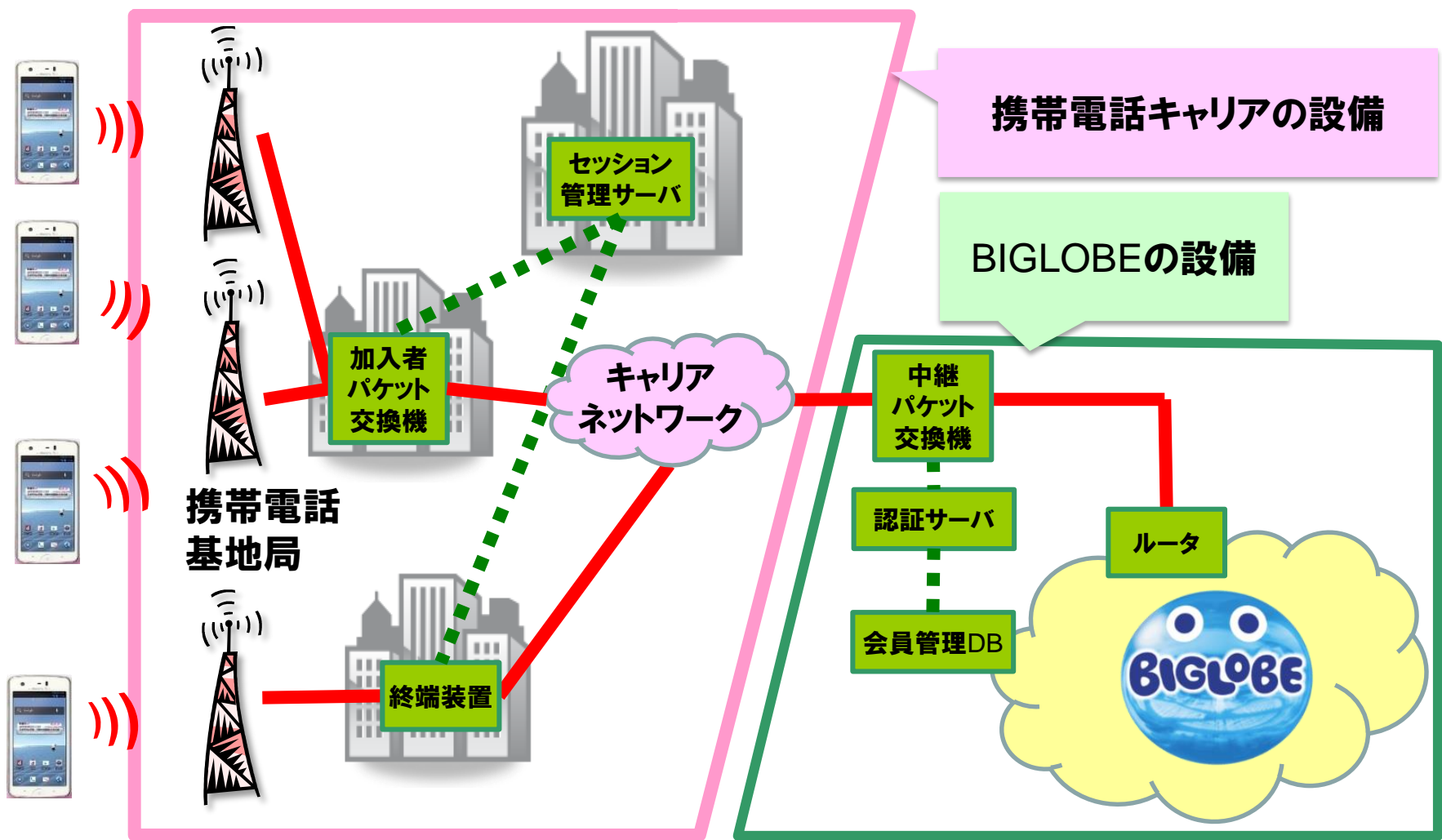
- ISPユーザ、MVNOユーザをインターネットにつなげるためのネットワーク



FTTHの場合

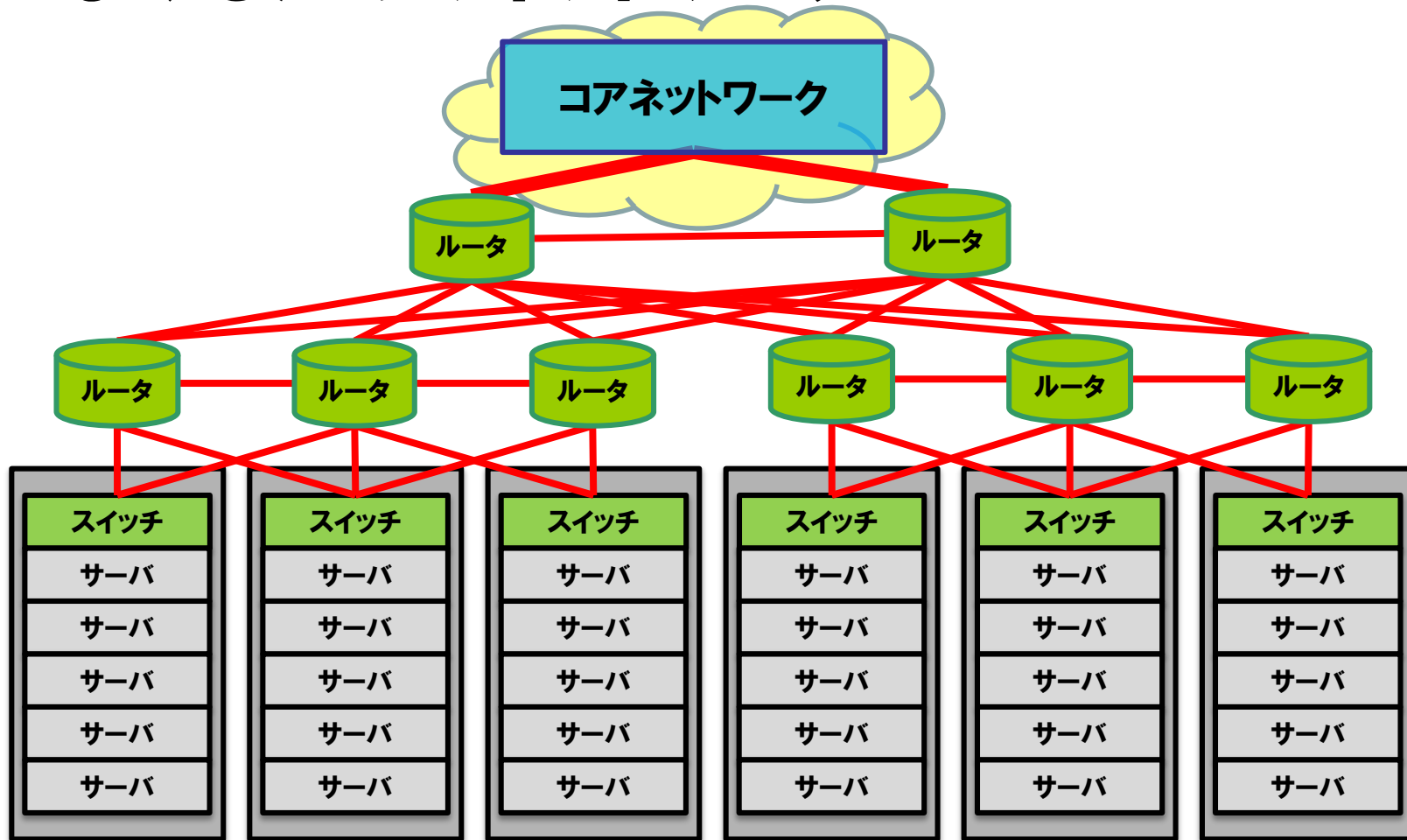


MVNOの場合



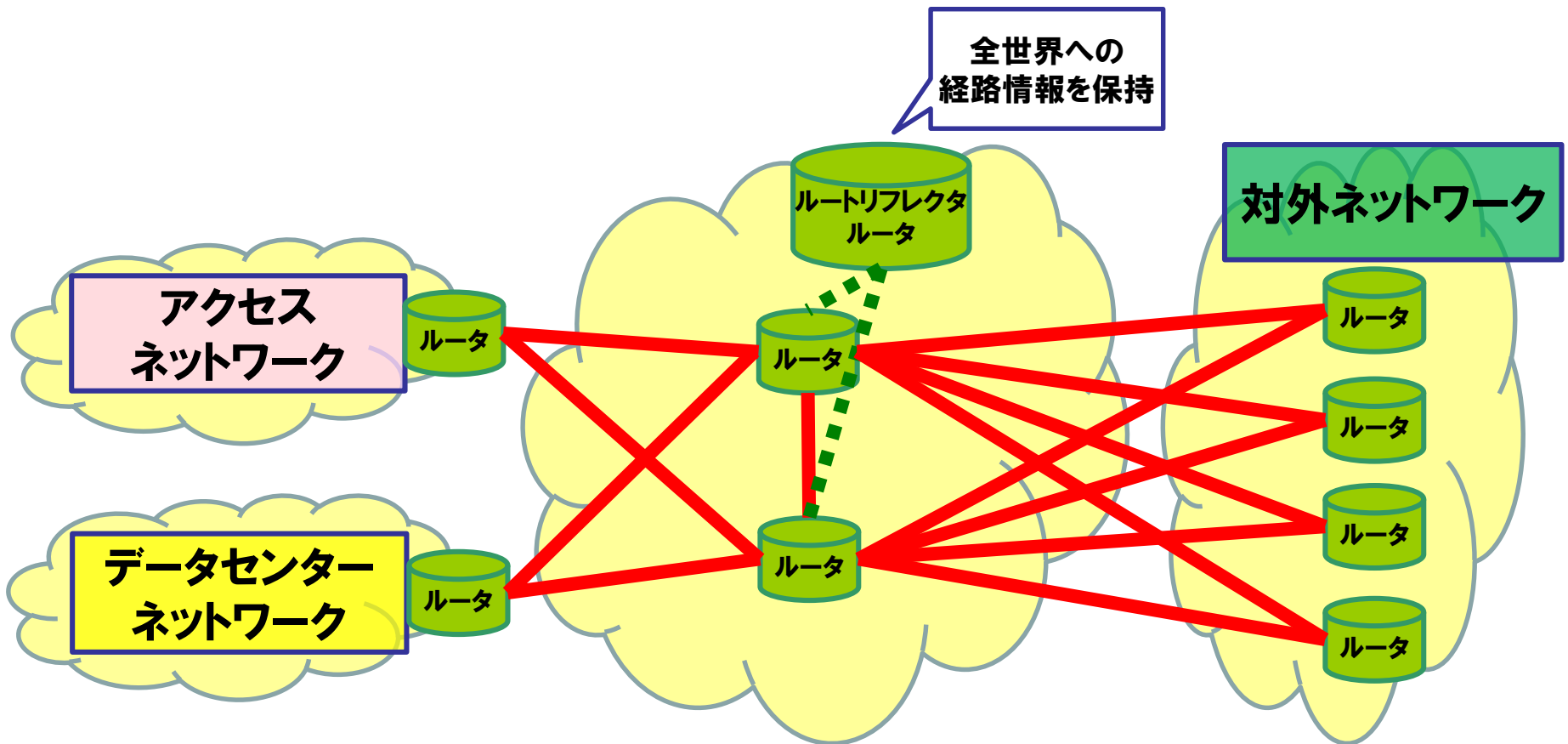
データセンターネットワーク

- BIGLOBEサービスをインターネットにつなげるためのネットワーク



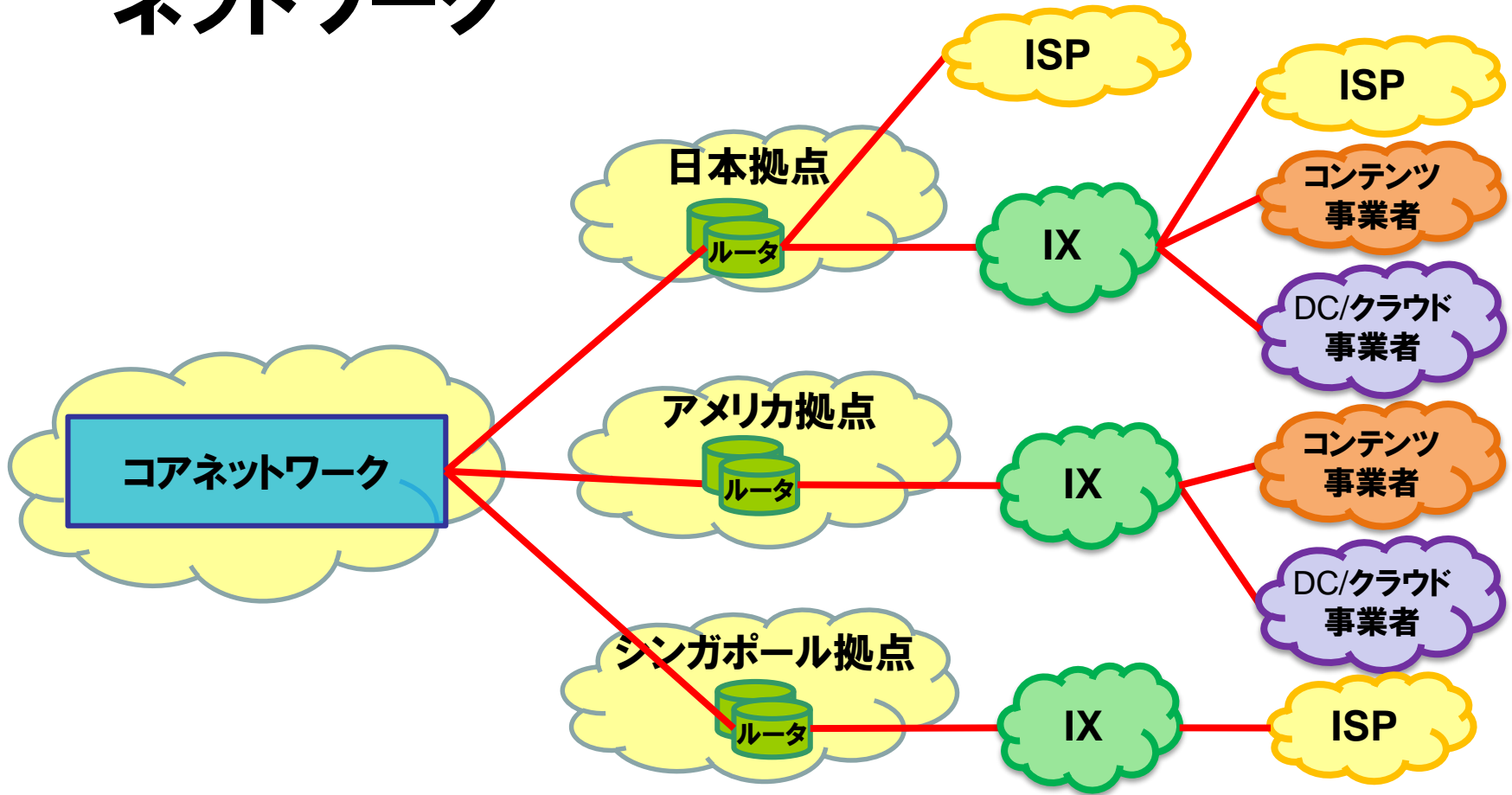
コアネットワーク

●BIGLOBEの全通信を処理するためのネットワーク



対外ネットワーク

●他社のネットワークとつながるためのネットワーク

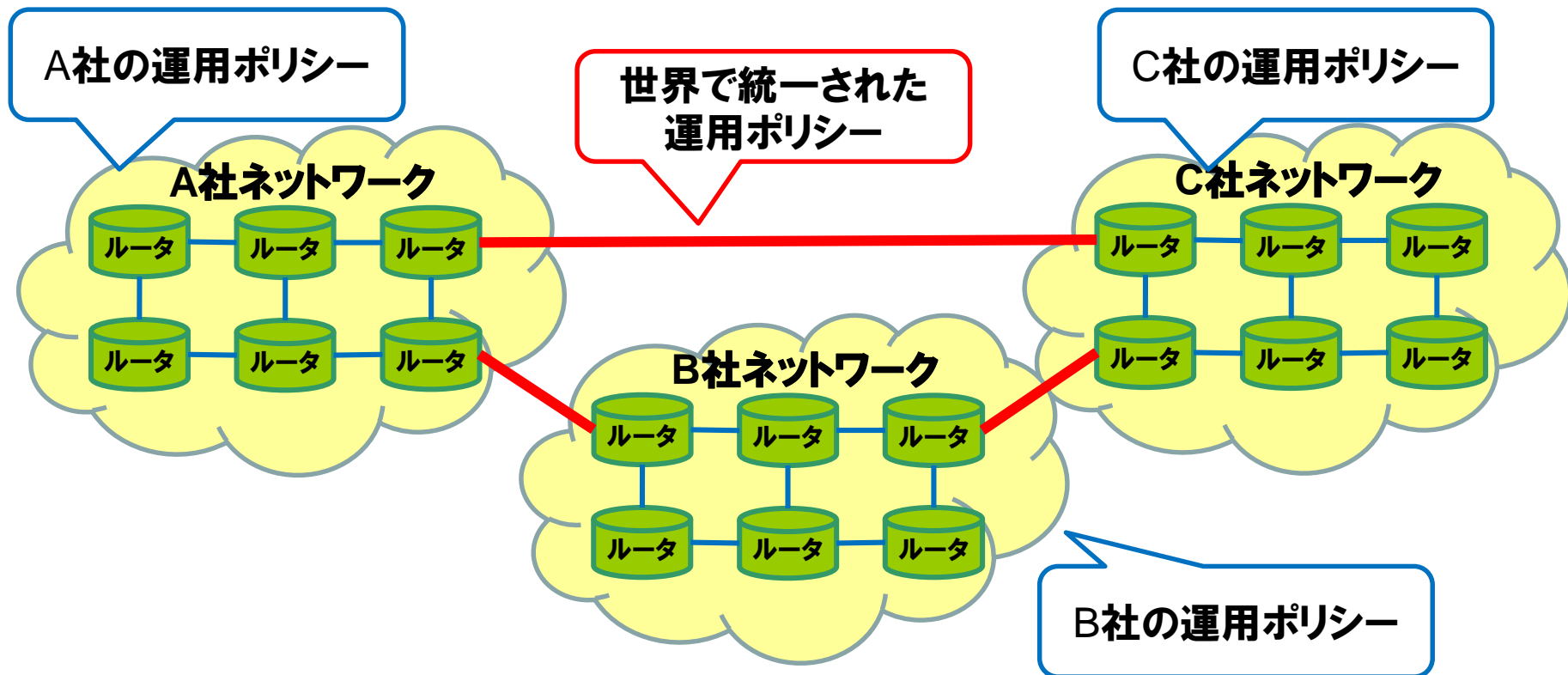


(※)BIGLOBE対外拠点はこちらで紹介しています。
http://www.biglobe.co.jp/pdf/PeeringPolicy2013_jp_03.pdf

3. ネットワークの仕組み

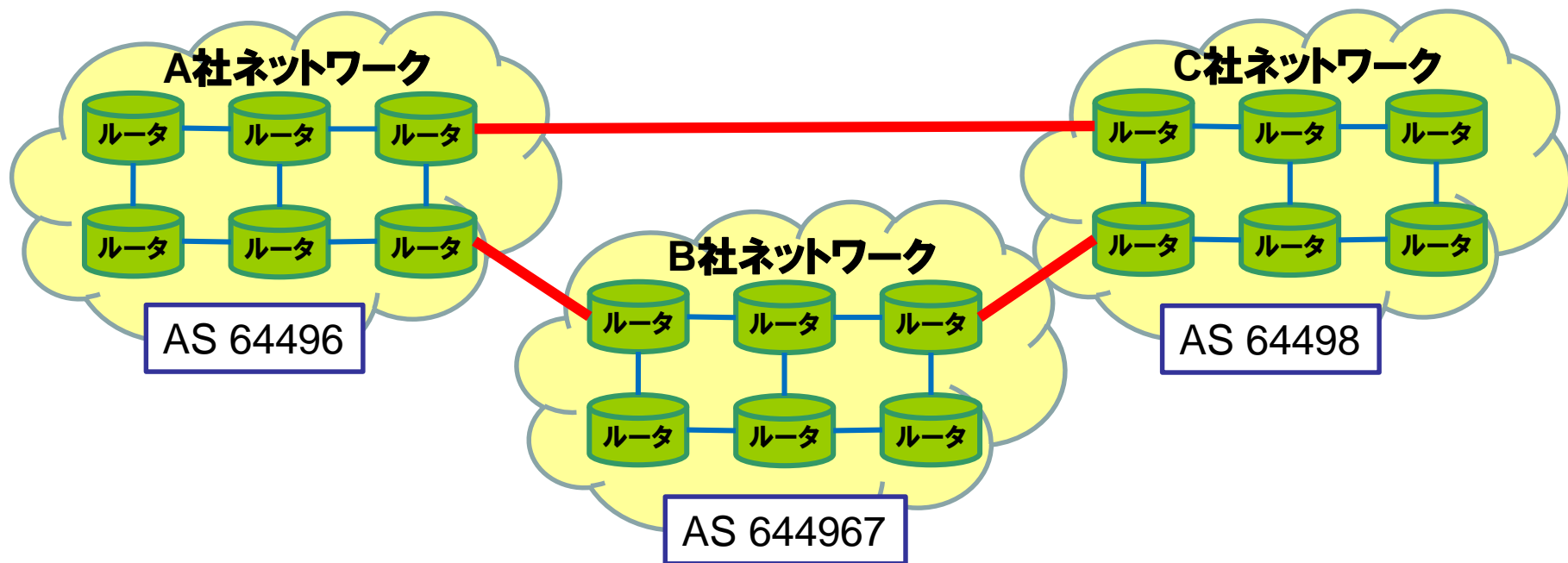
ネットワークのつながり

- インターネットは、
組織内のネットワークと
組織間のネットワークにより構成



AS(Autonomous System, 自律システム)

- 統一された運用ポリシーによって管理されたネットワーク
- ある程度の規模のネットワークを所有している組織に一意的AS番号が割り当てられる
 - AS番号の割り当てはJPNICが担当

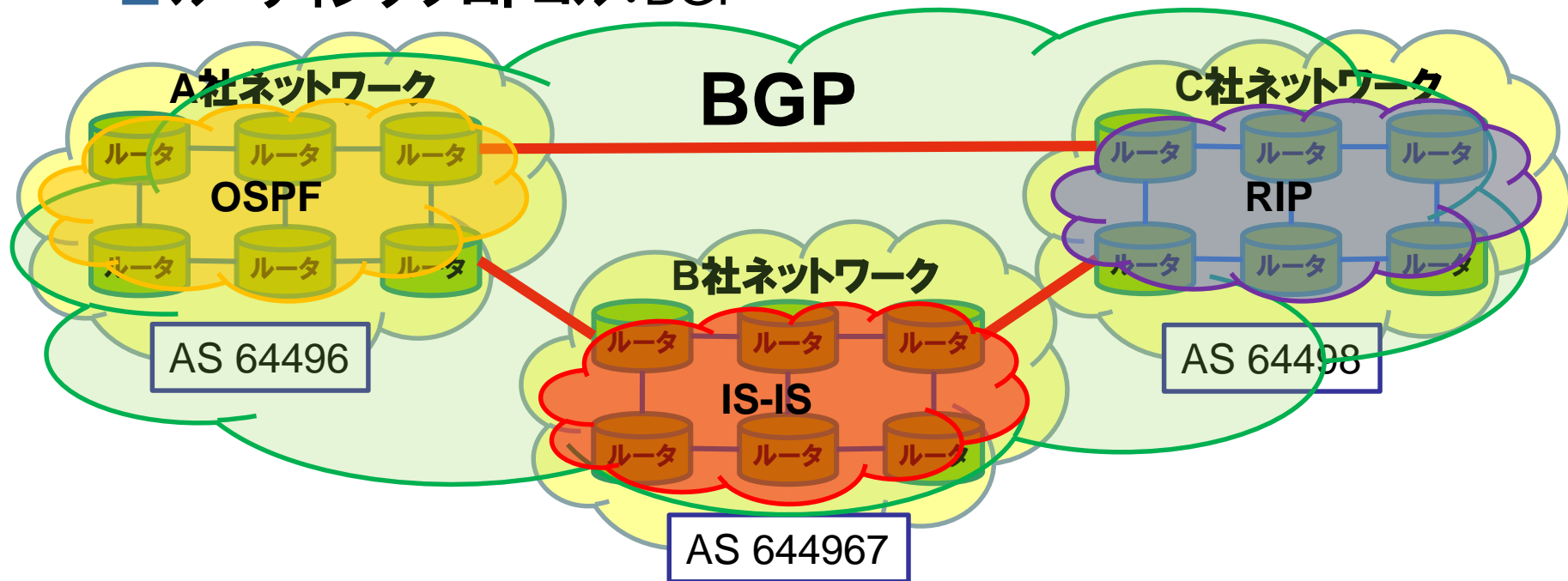


(参考)AS番号を取得している事業者の一例

| 事業者名 | AS番号 |
|------------------------|------------|
| IIJ | 2497 |
| Infoweb (富士通) | 2510 |
| KDDI | 2516 |
| BIGLOBE | 2518 |
| So-net | 2527 |
| ntt.net(NTTコミュニケーションズ) | 2914 |
| OCN (NTTコミュニケーションズ) | 4713 |
| ODN (ソフトバンクテレコム) | 4725 |
| さくらインターネット | 9370, 9371 |
| MOPERA(NTTドコモ) | 9605 |
| Google | 15169 |
| Amazon | 16509 |
| ソフトバンクモバイル | 17505 |
| Yahoo!BB (ソフトバンクBB) | 17676 |
| スクエア・エニックス | 17685 |
| GREE | 55394 |

ルーティングポリシー

- AS内のルーティング
 - それぞれの組織が決めたルーティングポリシーで運用
 - ルーティングプロトコル: Static, OSPF, IS-IS, RIP
- AS間のルーティング
 - 世界で統一されたルーティングポリシーで運用
 - ルーティングプロトコル: BGP



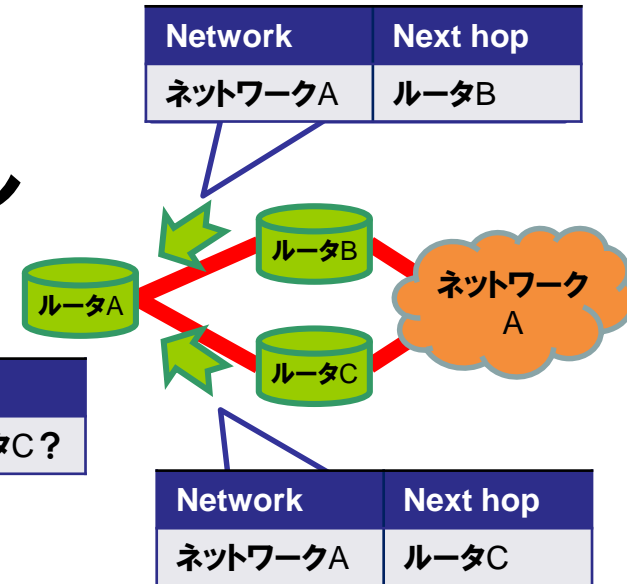
5. ルータの仕組み

ルータの仕事

●ルーティング

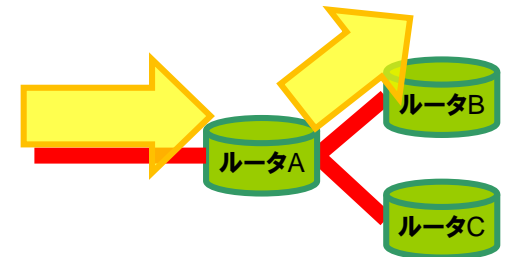
- 経路情報をルータ間で交換し
最適経路を計算する

| Network | Next hop |
|---------|-------------|
| ネットワークA | ルータB? ルータC? |



●フォワーディング

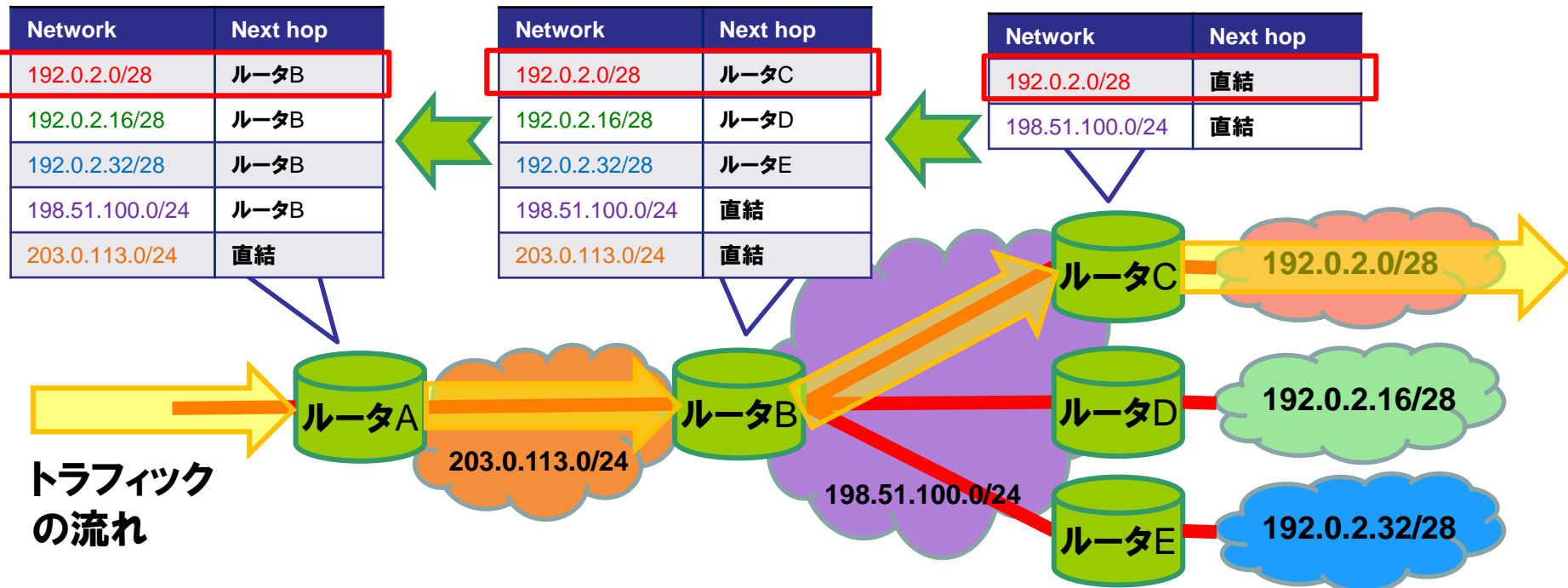
- 最適化された経路情報を元に
次のルータにパケットを転送する



ルータの基本動作

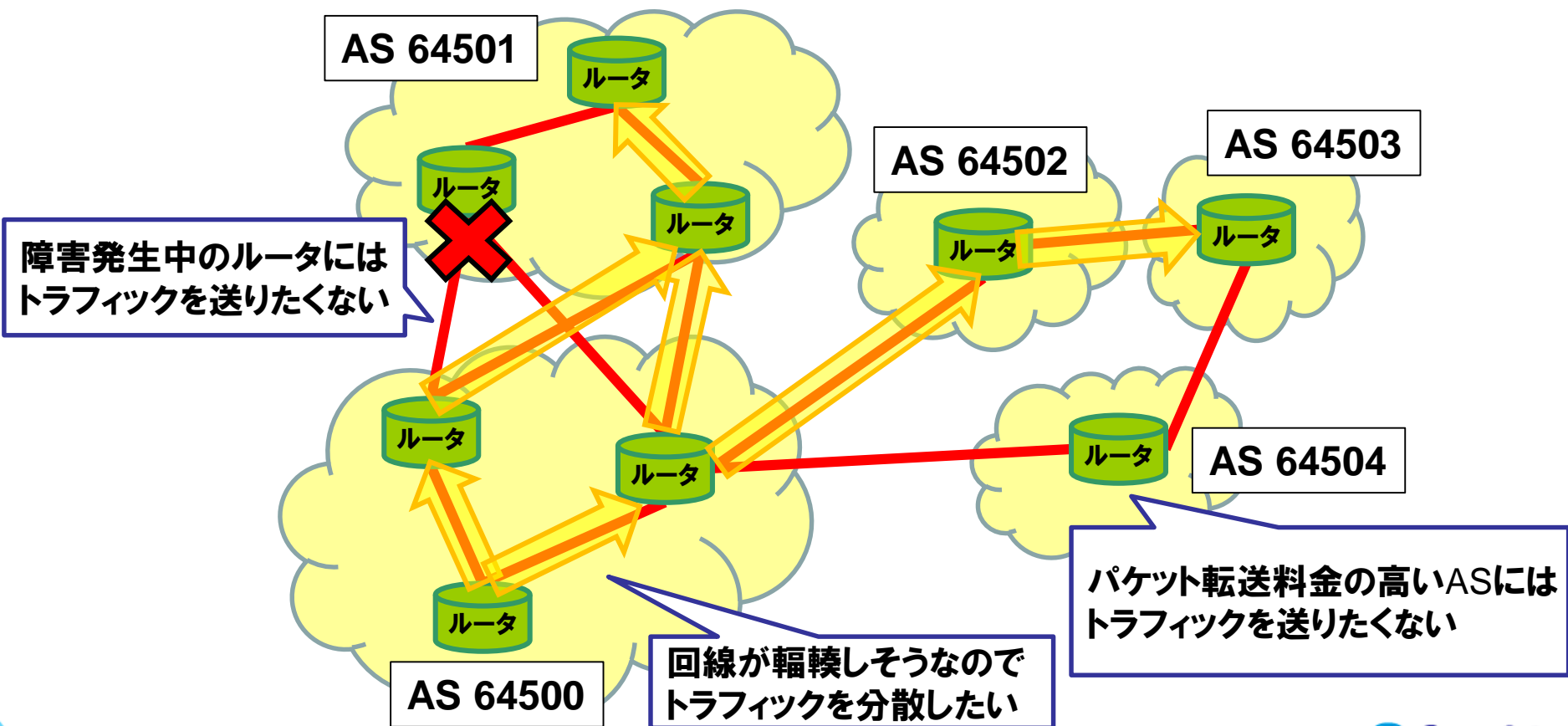
- ルータが経路情報を相互に伝え合い、それにしたがってパケット/トラフィックを転送

□ 経路情報：ネットワークと次の行き先(Next hop)を記述したもの



ルータの経路制御

- 経路情報の広告数やパラメータを調整することでトラフィックの通り道をコントロール



経路情報の伝達手段

● 静的経路制御 (Static Routing)

- 管理者が手動で経路情報を設定
- 障害があった場合でも、経路が切り替わらない
- ルータの負荷が小さい

● 動的経路制御 (Dynamic Routing)

- ルーティングプロトコルにて他ルータの経路情報を学習
- 障害があった場合やパラメータが変更された場合、自動で経路が切り替わる
- ルータの負荷が大きい

10台以上のルータを運用している組織では多くの場合、動的経路制御を導入している

6. ルーティングプロトコル

ルーティングプロトコルの分類

- IGP : Interior Gateway Protocol
 - AS内のネットワークで経路制御を行うためのルーティングプロトコル
 - 代表例: **OSPF**, RIP, IS-IS, EIGRP

- EGP : Exterior Gateway Protocol
 - AS間のネットワークで経路制御を行うためのルーティングプロトコル
 - 代表例: **BGP**

BIGLOBEで利用しているルーティングプロトコル



BIGLOBEで利用しているルーティングプロトコル

インターネット

BGP

AS内の経路情報を他社ASに伝えるため、
他社ASの経路情報をAS内に取り込むために利用

OSPF

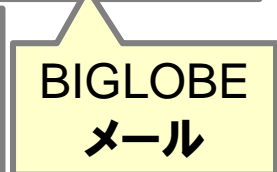
AS内のネットワーク情報を全ルータに伝搬させるために利用

Static

顧客の経路情報のやりとりに利用

OSPF & Static

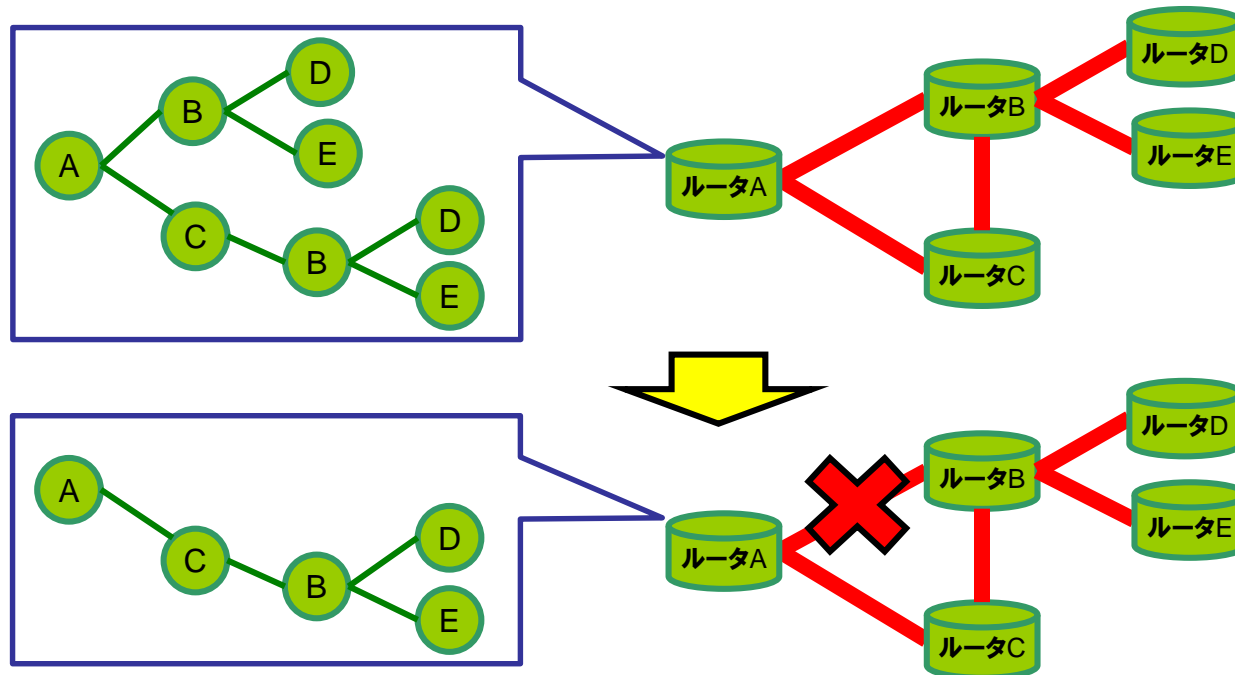
サービス用途に合わせて
経路制御を切り替えて利用



IGPの代表例： OSPF

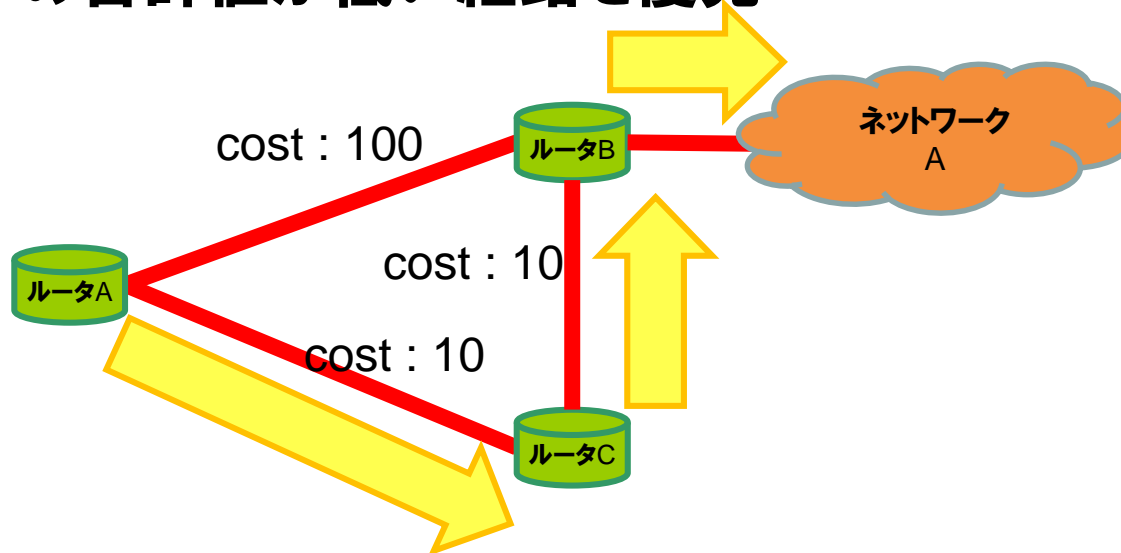
OSPF (Open Shortest Path First)

- リンク状態を交換することで、各ルータがネットワーク構成を把握
 - リンクステート型ルーティングプロトコル
- 各ルータがネットワーク構成を把握しているので、障害があった際に、素早く経路の変更が可能



OSPFの経路制御

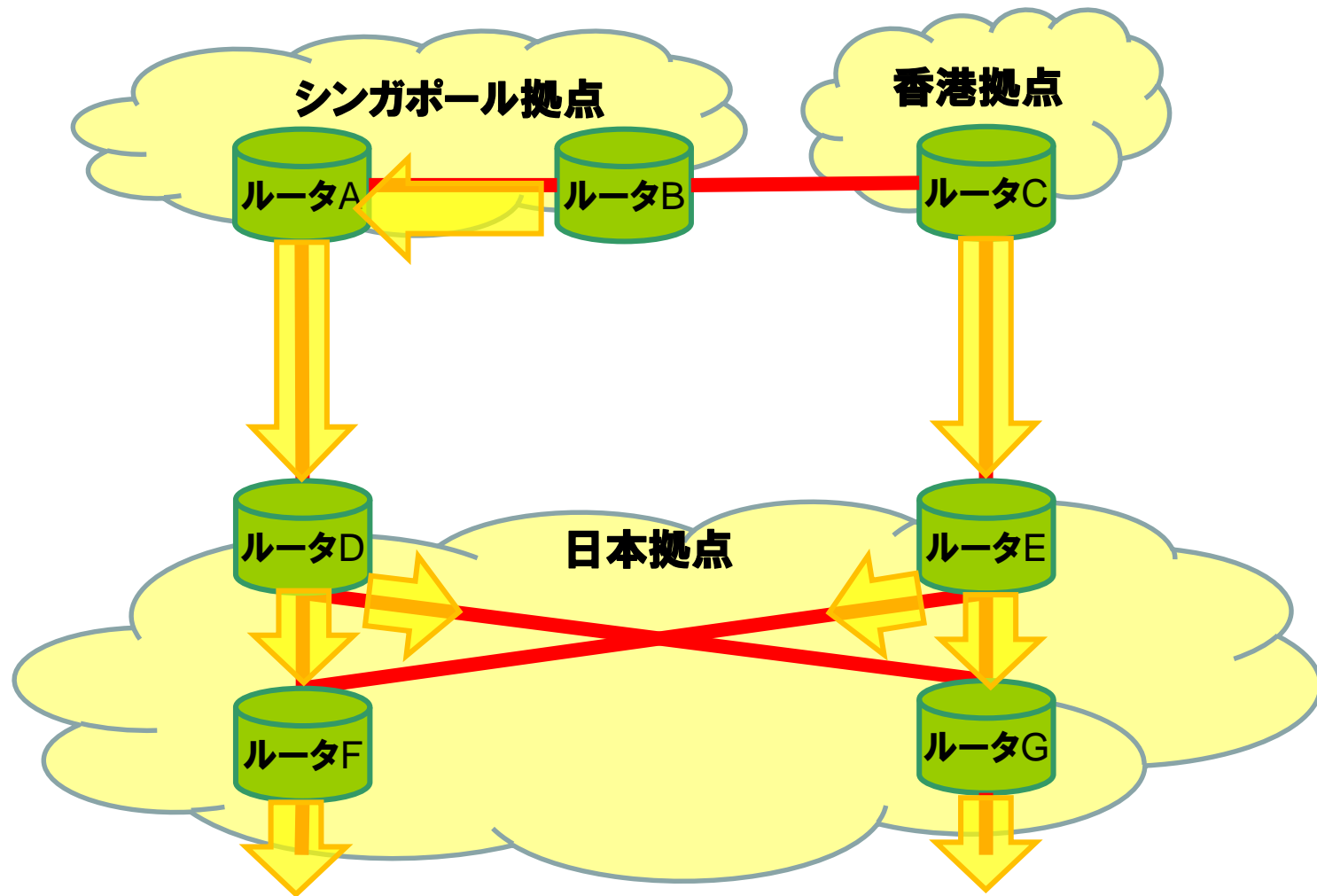
- コストによって優先度が決定される
 - コストの合計値が低い経路を優先



- 回線帯域に合わせてコストを自動で決定する機能があるが、100Mbps以上では役立たず。
 - コスト値 = $100 \div \text{帯域幅 (Mbps)}$
- 現状では優先したい経路に合わせて、ネットワーク担当者が手動設定するケースが多い

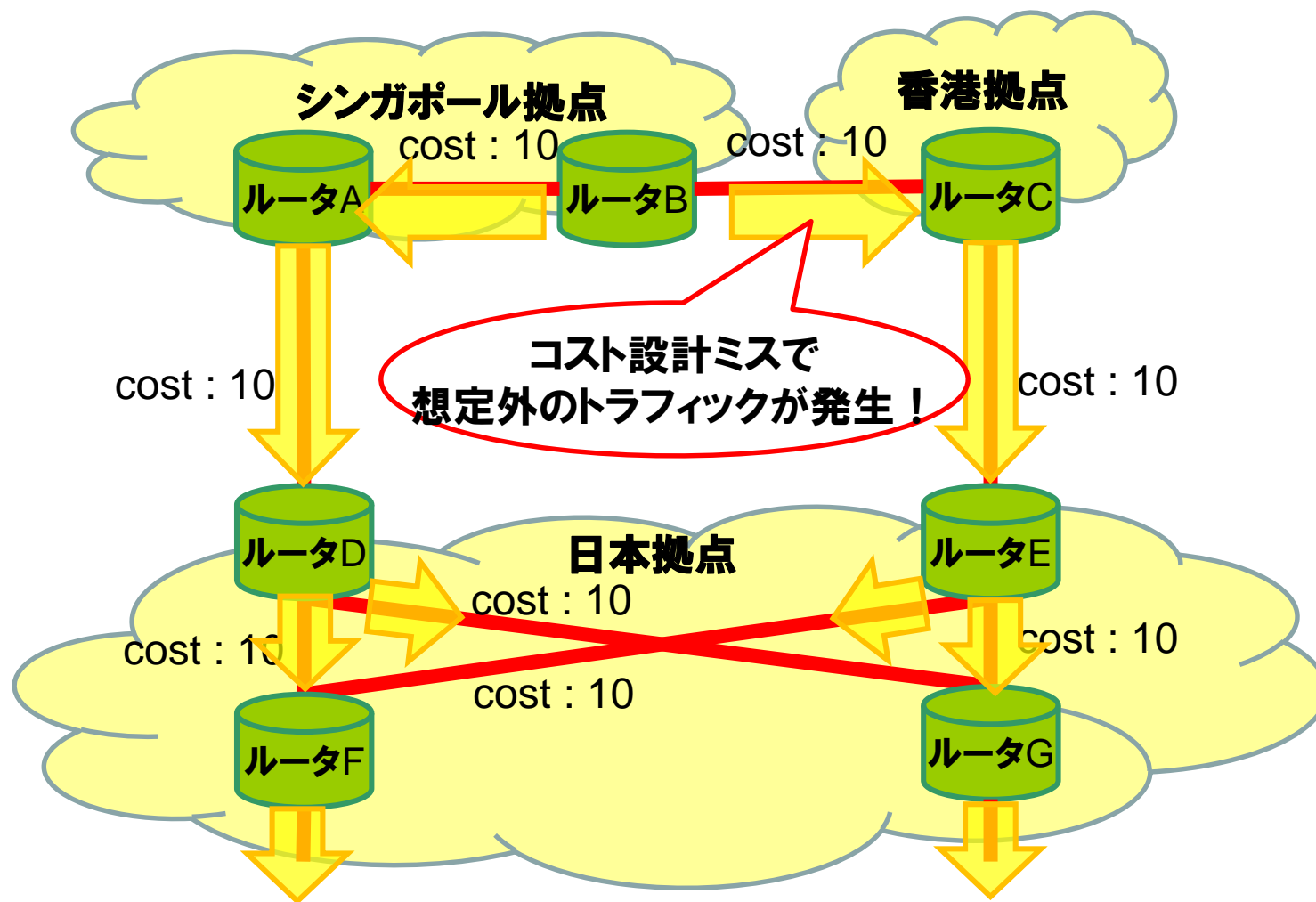
BIGLOBEでの事例 OSPF経路制御編

●理想



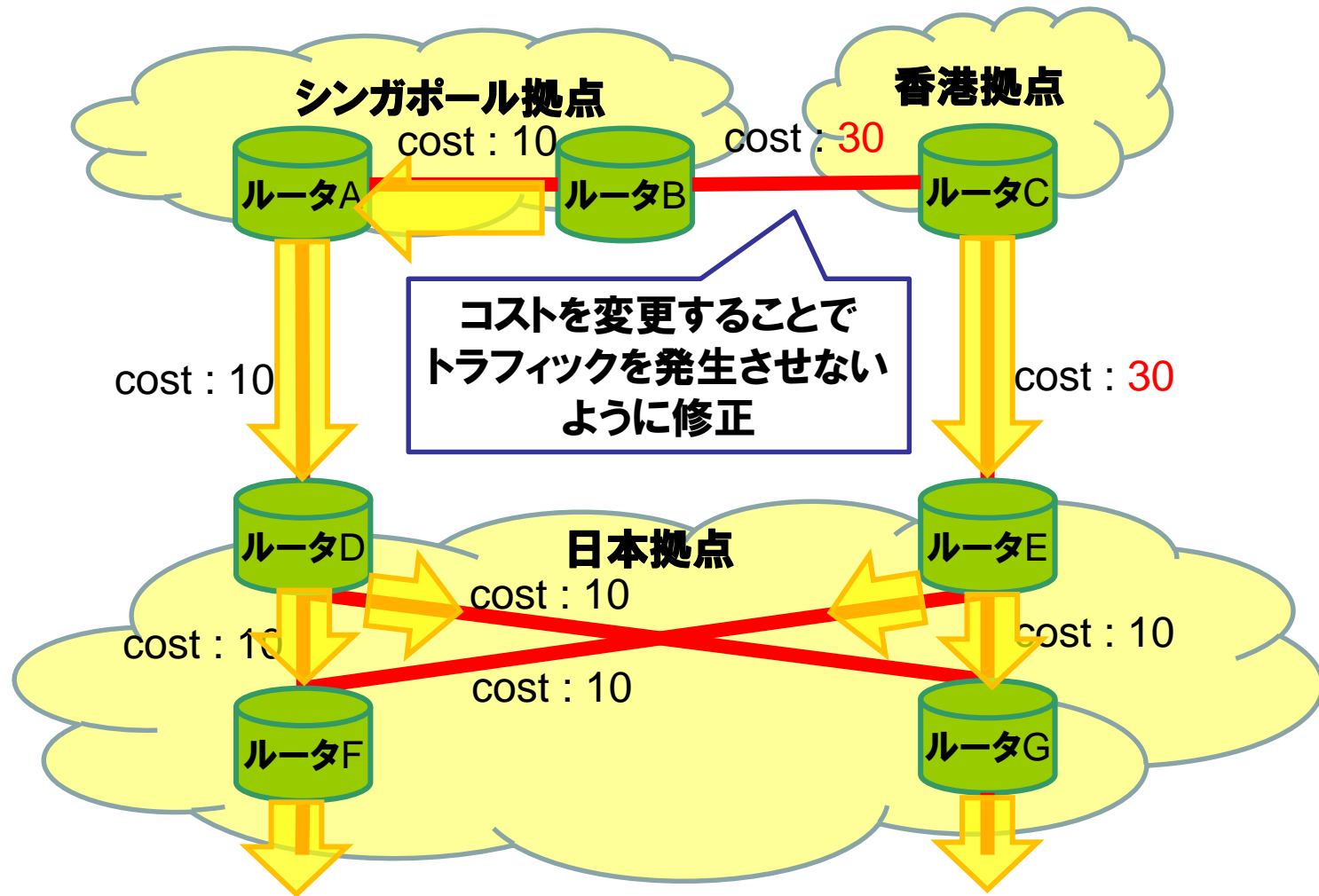
BIGLOBEでの事例 OSPF経路制御編

●現実



BIGLOBEでの事例 OSPF経路制御編

●修正版



EGPの代表例： BGP

BGP(Border Gateway Protocol)

- 経路情報とパス属性を交換するプロトコル
 - パスベクタ型ルーティングプロトコル
- 数種類のパス属性を利用して、細やかな経路制御が可能
- AS番号を利用して、経路情報をやりとりする

BGPの経路最適化ルール

BGP経路の優先順位 (*)

1. ネクストホップへのIGPルートを持っていない経路は無視されます。
2. weightパラメータを持つルータはweightパラメータ値が最大の経路を選択します。
3. LOCAL_PREF属性(LP)の値の最も高い経路を選択します。
4. AS_PATH属性のリストの長さが最も短い経路を選択します。
5. ORIGIN属性のタイプが最も低い経路を選択します。
(IGP<EGP<INCOMPLETEの順)
6. ルートが同じASから取得し、複数存在する時にはMULTI_EXIT_DISC(MED)属性の低い経路を優先します。
7. iBGPよりもeBGPで取得した経路を優先します。
8. ネクストホップへIGPで最も近い経路を優先します。
9. ルータIDが最も低いピアから学習した経路を優先します。(ルータIDは通常、ルータのインタフェースから自動的に生成されます)

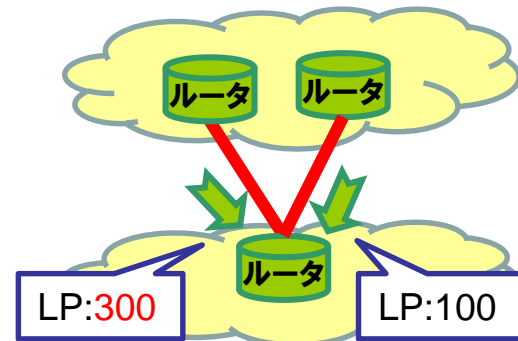
(*) 参考: インターネット10分講座 BGP

<https://www.nic.ad.jp/ja/newsletter/No35/0800.html>

BGP経路制御で主に利用されるパス属性

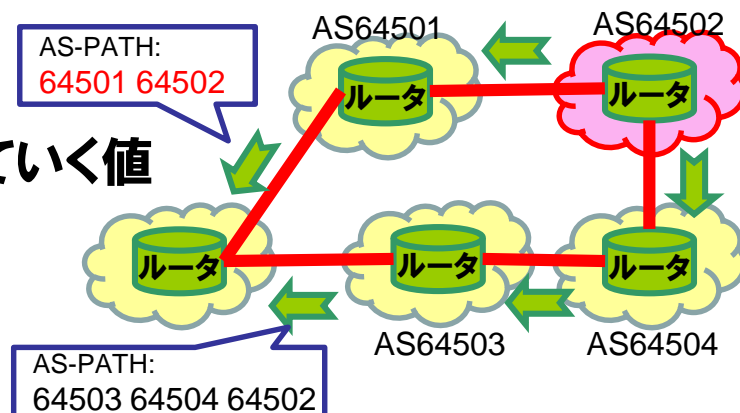
1. LOCAL_PREF(LP)

- 自社ASからのトラフィックの出口を指定
- AS内の経路制御のみに対して有効
- 値が大きい経路を優先 (デフォルト値:100)



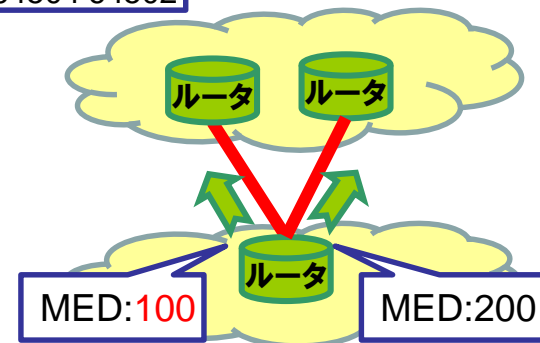
2. AS-PATH

- 経路がASを通るたびに自動追加されていく値
- AS-PATH長の短い経路を優先



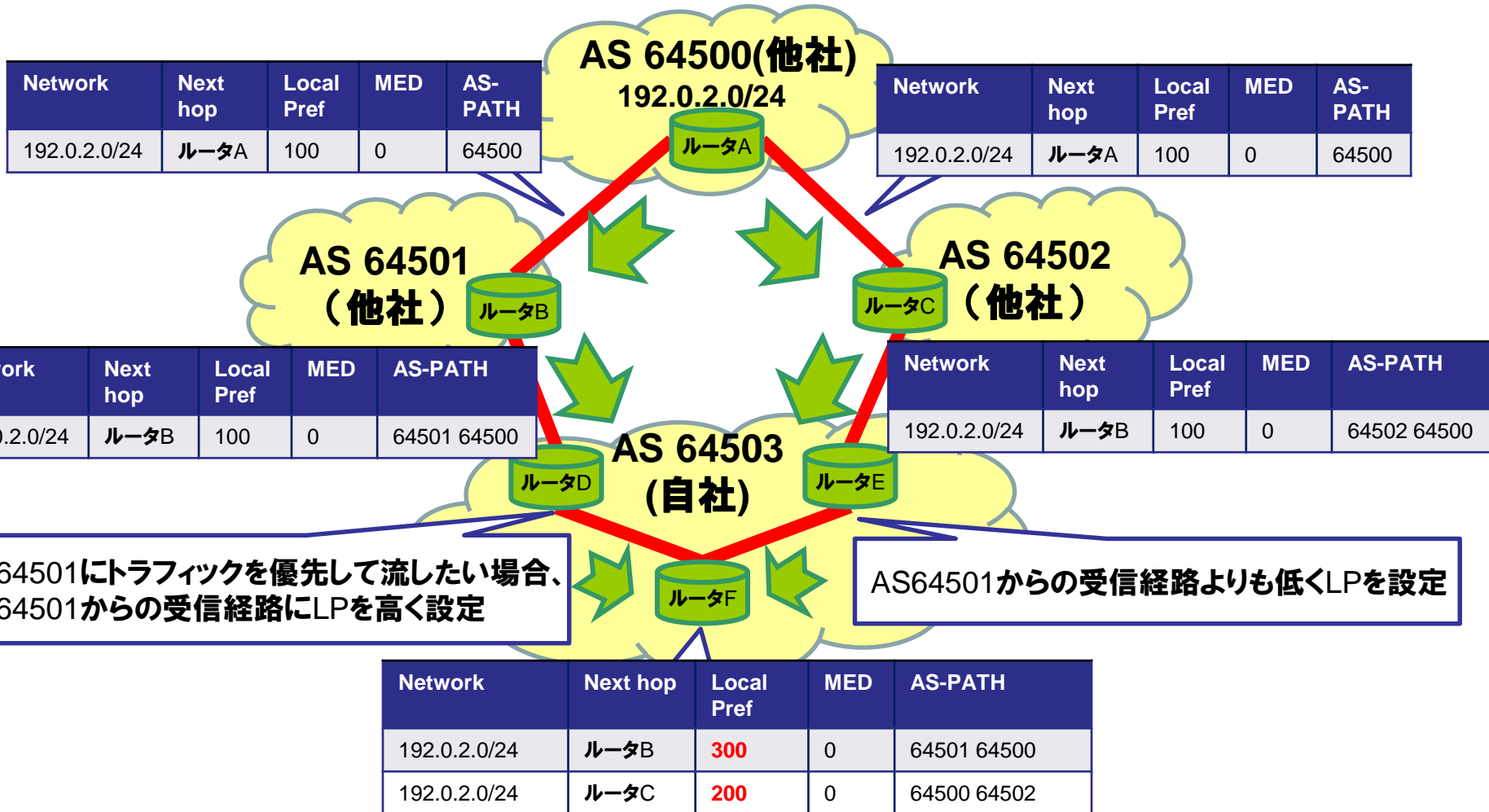
3. MULTI_EXIT_DISC (MED)

- 他社ASからのトラフィックの入り口を指定
- AS内外の経路に対して有効
- 値が小さい経路が優先(デフォルト値:0)



他社AS -> 自社ASの経路制御

- 経路受信時にLPを設定することで制御



自社AS -> 他社ASの経路制御

● 制御する手段は3つ

□ MED属性を小さい値に設定する


- 他社ASに書き換えられる可能性があるため、1つ先のASに限り有効

□ AS-PATH属性を意図的に多く追加する (AS-PATH Prepend)

- AS64500の場合: AS-PATH 64500 64500 64500 64500 64500

□ 特定経路を他社ASに広告しない

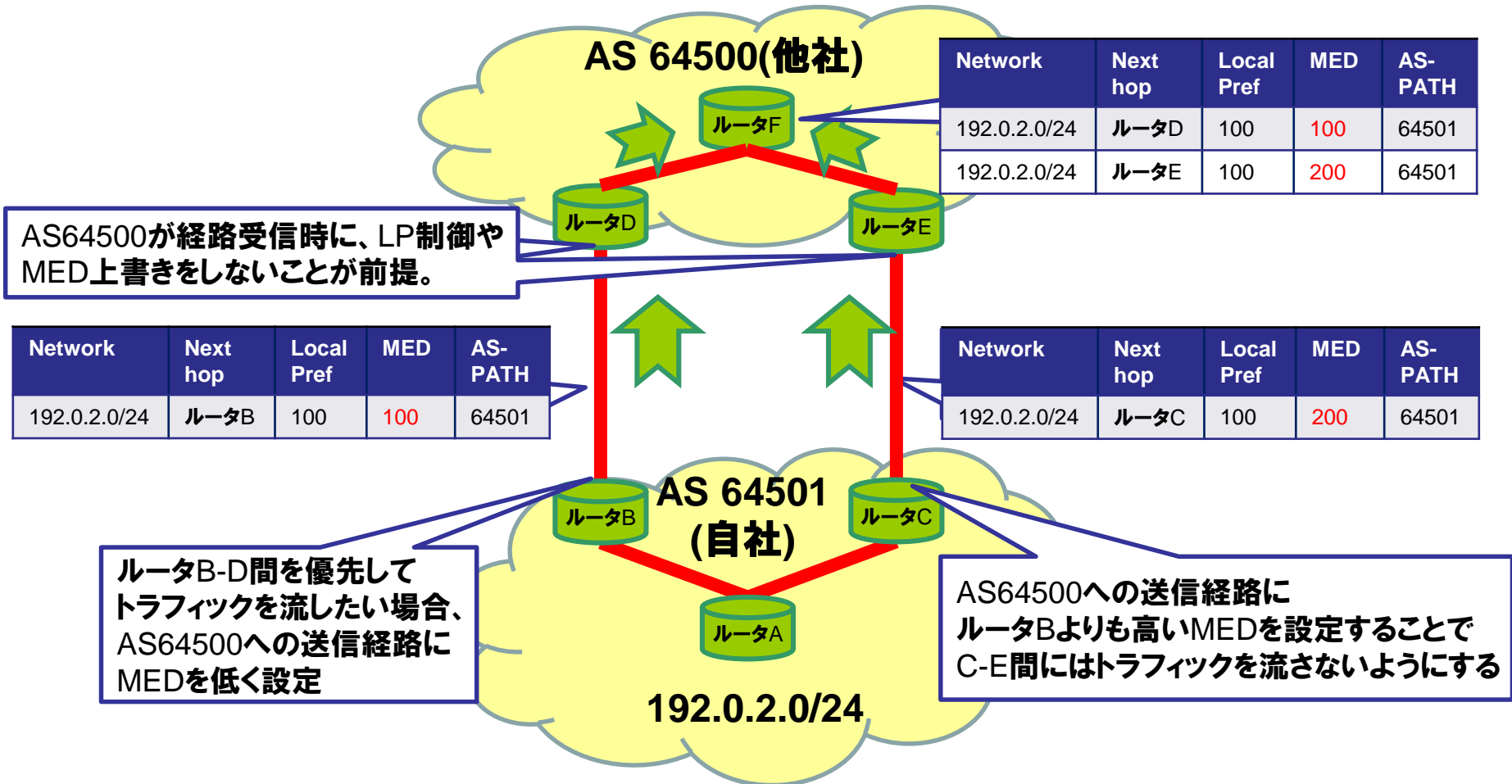
- 冗長構成を捨てる選択



ただし、あくまでも
他社ASのLP制御が
優先される

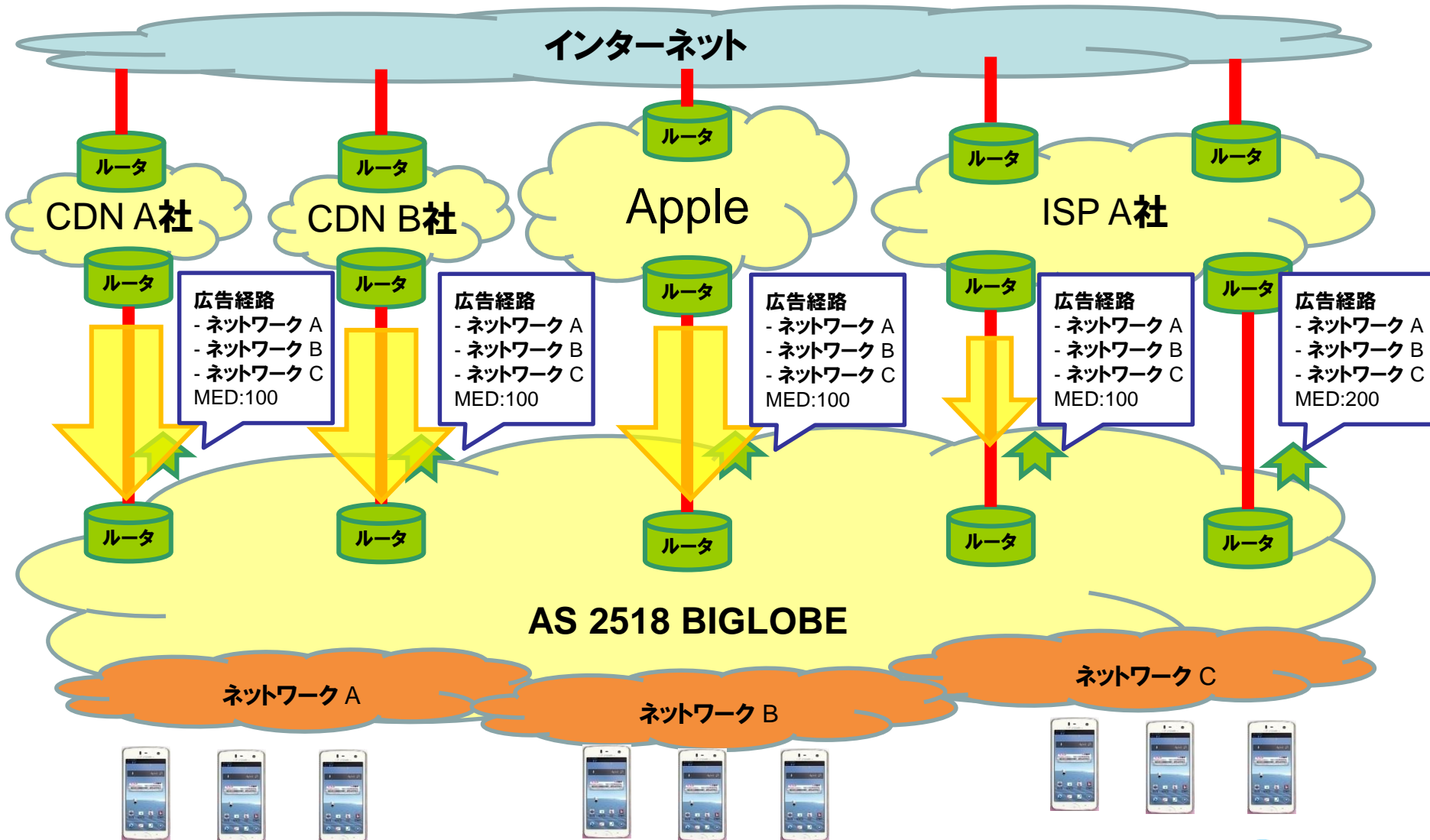
自社AS -> 他社ASの経路制御

● 経路送信時にMEDを設定することで制御



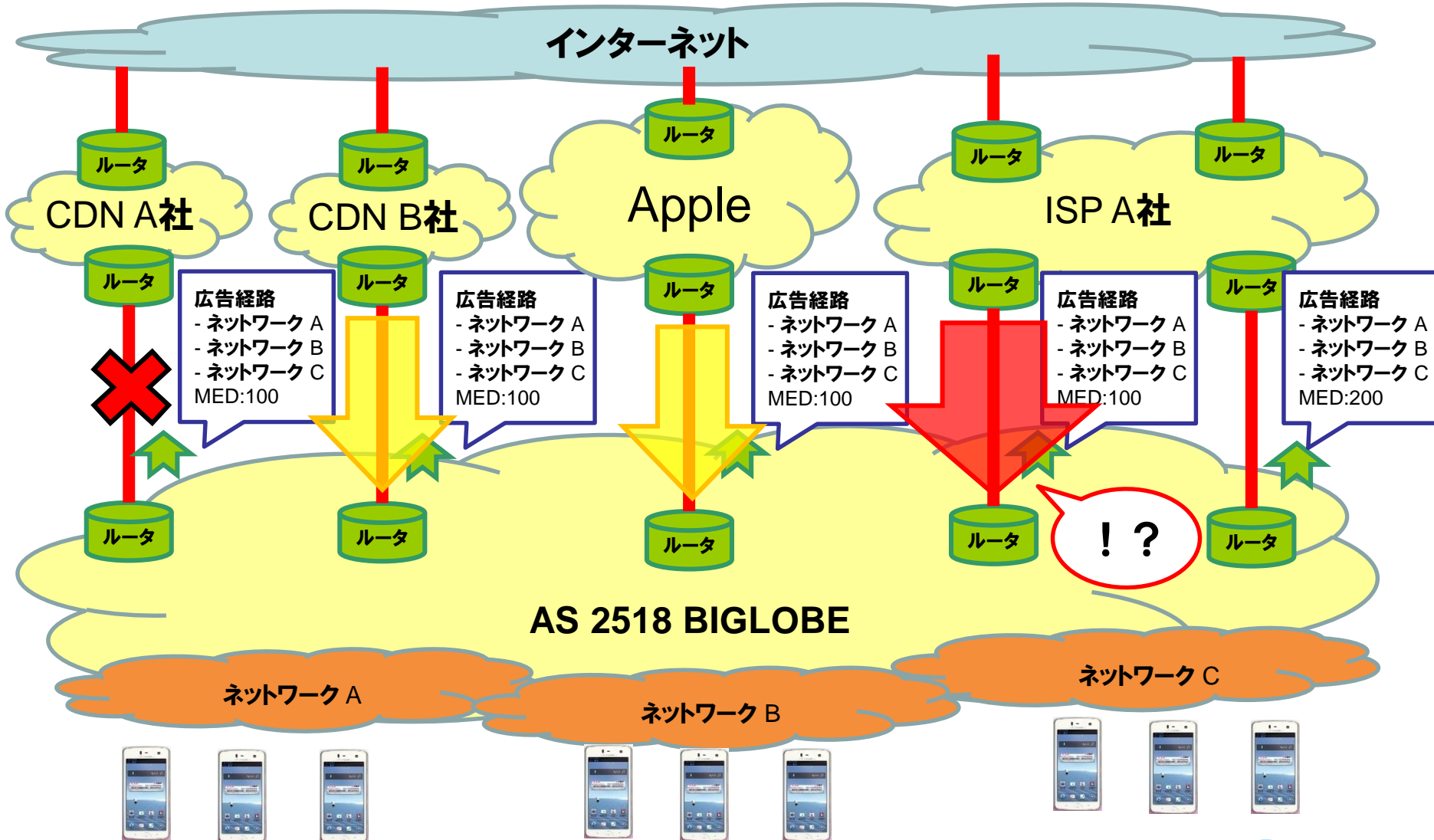
BIGLOBEでの事例 BGP経路制御編

● iOS 8.1アップデート：正常時



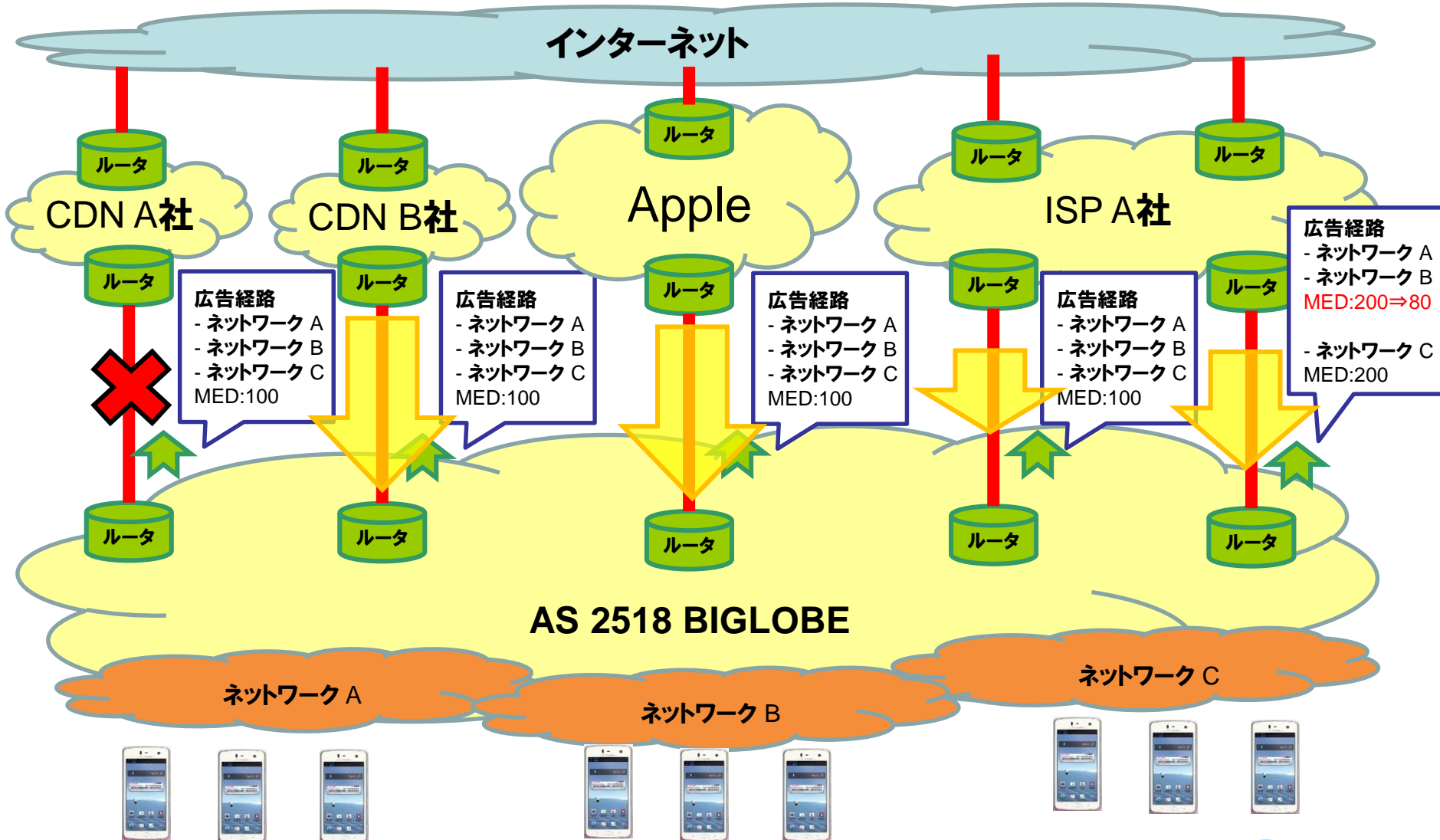
BIGLOBEでの事例 BGP経路制御編

● iOS 8.1アップデート : CDN A社にトラブル発生



BIGLOBEでの事例 BGP経路制御編

- iOS 8.1アップデート : ISP A社向けにトラフィック迂回



7. ネットワーク運用の 仕事

ネットワークエンジニアの仕事

- **トラフィック制御**
- **ルータの故障対応**
- **戦略的な機器、拠点増設**
- **拡張時におけるネットワーク設計**
- **DoS攻撃対策**
- **他社ASと交渉**

ネットワークエンジニアに求められること

- ルータを操作するスキル
- プロトコルに関する正しい知識
- 品質改善 & コスト削減の戦略
- 先を予測したネットワーク設計
- 他社のネットワーク担当者と仲良くできる力
- インターネットをより良くしたいと思う気持ち

8. まとめ

まとめ

●インターネットは

- ネットワークのつながりによって構成されている
- 各々の組織が各々のネットワークを運用することで世界中への通信が実現されている

●ネットワークは

- AS内およびAS間のルータのつながりにより構成されている
- ルーティングプロトコルを利用することで全世界の経路情報を伝搬/収集している

●ルータは

- 経路情報の交換とパケット転送により通信を実現している
- ネットワーク運用者の戦略や他社とのAS交渉によって経路制御/トラフィック制御が実施されている

ネットワーク運用者 関連コミュニティ

日本のネットワーク運用者コミュニティ

● JANOG (Japan Network Operators' Group)

□ 日本のインターネットにおける技術・運用を議論するグループ <http://www.janog.gr.jp/>

□ JANOG Meeting 35 in 静岡

➤ 2015年1月14日(水)～16日(金)



● Peering in JAPAN

□ AS運用者が集まるメーリングリスト(IX接続している方限定)

<https://groups.google.com/forum/#!forum/peering-jp>

□ Peering BoF in Internet Week 2014

➤ 2014年11月19日(水) 19:00～20:30

● 各IXユーザ会

□ JPNAP / JPIX / BBIX / Equinix

海外のネットワーク運用者コミュニティ

● APRICOT

- **アジアのインターネット運用者が集まり議論するイベント**
- **APRICOT APAN 2015 in 福岡**
 - **2015年2月24日～3月6日**
 - <http://2015.apricot.net/>

● NANOG

- **アメリカのインターネット運用者の議論の場**
- <https://www.nanog.org/>

● RIPE

- **ヨーロッパのインターネット運用者の議論の場**
- <http://www.ripe.net/>

若手コミュニティ

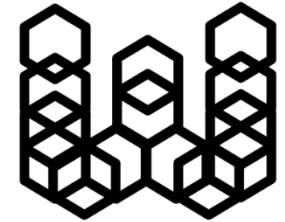
- wakamonog

- インターネット運用者を中心とした若手コミュニティ

- 32歳(0x20)以下が目安

- インターネットを構成する技術や若手が気になったトピックを取り上げる勉強会

- <http://wakamonog.jp>



WAKAMONOG

最後に

- **本プログラムで感じ取ったヒントやエッセンスを参考に、ぜひみなさんのステップアップに役立たせて下さい**
- **まずはインターネット運用コミュニティのイベントに参加してみるのがおすすめ**
- **本プログラムのアンケートもよろしく願いします！フィードバックください。**